Wissen rund um das Meerwasseraquarium



AquaCare GmbH & Co. KG
Am Wiesenbusch 11 - D-45966 Gladbeck - Germany
☏ +49 - 20 43 - 37 57 58-0 • 🖷: +49 - 20 43 – 37 57 58-90
www.aquacare.de • e-mail: info@aquacare.de



Ziel eines jeden Meerwasser-Aquarianers: prächtige Unterwasserlandschaft mit gesunden Tieren
Bild: AquaCare

Autoren: Burkhard RAMSCH, Beate R. SELLNER

Verzeichnis (Stand April 2012; 83 Seiten)

AquaCare erweitert regelmäßig die Themen.

Der *AquaCare*-Weg zum erfolgreichen Meerwasseraquarium



AquaCare GmbH & Co. KG
Am Wiesenbusch 11 - D-45966 Gladbeck - Germany
☏ +49 - 20 43 - 37 57 58-0 • 🖷: +49 - 20 43 – 37 57 58-90
www.aquacare.de • e-mail: info@aquacare.de



Bild: G. Baginsky

Einleitung

Der hier vorgeschlagene Weg zum Riffaquarium ist nicht der einzige! Es gibt viele Arten, ein Becken einzurichten, auszustatten und zu Betreiben. Wir gehen von unserer Meinung - auch unser Geschmack spielt eine Rolle - aus. Von diesem Weg sind wir überzeugt, da wir ihn für übersichtlich halten (einfache aber effektive Technik), er fast 100%ig funktioniert (leicht zu bedienen) und optisch geschmackvoll eingerichtet werden kann (viele Fische, die auch gut gefüttert werden).



Noch in den 80er Jahren war es nahezu unmöglich, Steinkorallen zu halten und zu vermehren.
Foto: AquaCare

Der Meerwasseraquarianer muss sich bewusst sein, dass dieses Hobby Geld und Zeit kostet. Sowohl die Investitionen als auch die laufenden Kosten der Meerwasserbecken sind höher als die der Süßwasseraquarien. Die Methode, klein anzufangen und dann nach und nach auszubauen, funktioniert nur im Süßwasserbereich (erst ein kleines Becken für Kaltwasserfische, dann wird für Warmwasserfische eine Heizung eingebaut, danach wird für guten Pflanzenwuchs eine gute Beleuchtung und eine Kohlendioxiddüngung installiert). Im Meerwasserbereich funktioniert das jedoch nicht - speziell im Riffaquarium. Die Tiere stellen bestimmte Bedingungen an Wasserqualität, Licht und Strömung. Wenn ein Faktor nicht stimmt, bedeutet das fast immer den Untergang des Systems. Es gibt zwar immer Tiere, die die schlimmsten Becken überleben. Wenn Tiere leiden, haben jedoch die Tierschützer recht, dass die Aquaristik verboten werden muss. Nicht nur aus diesem Grund sollte immer das oberste Ziel sein, die Tiere optimal zu hältern und nicht auszuprobieren, wie viel die Tiere noch ertragen können.

Im Meerwasserbereich sind noch viele Fragen offen. Deshalb sollte immer eine Diskussion zwischen Aquarianern, Händlern, Zoos, Tierschützern, Herstellern, Fangstationen und Tauchtouristik geschehen.

Wir hoffen, dass Sie ein wenig Spaß haben und nützliche Infos erhalten.

Das Aquariumbecken

Stichworte: je größer desto besser, Tiefeneindruck, Kosten, Material

Größe

Das Aquariumbecken kann prinzipiell gar nicht groß genug sein. Auf jeden Fall gilt die Regel: je größer das Aquarium desto höher die Stabilität der Wasserwerte und der Biologie.

Die Größe ist normalerweise nur vom Platz, der Stabilität des Aufstellplatzes (Statik) und vom Geldbeutel abhängig.



Große Glasaquarien werden vor Ort verklebt.
Foto: AquaCare

Beachten Sie immer, dass das Volumen des Becken (Literzahl) mit dem Faktor 1,5 multipliziert werden muss, um das ungefähre Gewicht des Aquariums zu ermitteln. Ein 500 Liter-Becken kann leicht 750 kg wiegen. Erkundigen Sie sich (Hausbesitzer, Architekt, Statiker), ob der Boden die Belastung aushält. Das geplante Gestell bzw. Unterschrank muss ebenfalls für das Gewicht ausgelegt sein.

In guten Zoofachgeschäften werden Sie vernünftig beraten. Leider gibt es im Meerwasserbereich sehr viele Scharlatane - wir als Hersteller von Markenartikeln haben schon einige Geschichten miterlebt. - Aquarien unter ca. 200 Liter sind gerade für

den Anfänger sehr schwer zu handhaben.


Ein gut funktionierendes Aquarium unter ca. 300 Litern ist nur sehr schwer erreichbar.
Foto: AquaCare

Tiefe

Wichtig bei der Planung ist die Tiefe (nicht die Höhe) des Aquariums. Da Meerwasser einen sehr großen Brechungsindex aufweist, erscheint das leere Aquarium sehr groß. Doch wenn es mit Meerwasser gefüllt ist, wirkt es wesentlich kleiner. Muss auf die Literzahl geachtet werden, sollte lieber an der Länge oder der Höhe gespart werden als an der Tiefe. Mit tiefen Aquarien können sehr schöne räumliche Riffaufbauten verwirklicht werden. Die Riffaufbauten weniger tiefer Aquarien sehen leicht nach fadem „Mauerwerk" aus - der dreidimensionale Eindruck fehlt.


Der Tiefeneindruck im Meerwasseraquarium ist ausschlaggebend für den Gesamteindruck: lieber tiefer als breiter.
Foto: AquaCare

Laufende Kosten

Bei der Planung der Aquariengröße sollten die laufenden Kosten nicht außer Acht gelassen werden. Rechnen Sie die elektrische Leistung aller Gerät auf's Jahr oder als monatliche Kosten aus. Der Stromverbrauch hat schon einige Aquarianer unangenehm überrascht. Schauen Sie auf das Gerät nach der elektrischen Leistung (Angabe in Watt) nehmen diese Zahl mit der täglichen Betriebszeit mal (bei Beleuchtung 5 bis 10 Stunden, Filtersystem 24 Stunden, Strömungspumpen 12 bis 24 Stunden, Kühlung in den gemäßigten Breiten meist nur in den Sommermonaten etc.); die erhaltene Zahl durch 1000 teilen und schon haben Sie den täglichen Verbrauch in kWh. Sehen Sie auf Ihre Stromrechnung und multiplizieren den Verbrauch mit dem Preis einer Kilowattstunde. Den erhaltenen Werte rechnen Sie auf einen Monat bzw. auf ein Jahr hoch. Zu den laufenden Stromkosten kommen weitere Kosten, wie Futter, Pflegeprodukte, Meersalz, Wasser und Tiere (in perfekten Aquarien sind die jährlichen Tierkosten jedoch gering, weil viele Tiere lange leben, andere sich kräftig vermehren) hinzu.


Energiesparende Pumpe sind wichtig, um die laufenden Kosten gering zu halten.
Foto: AquaCare

Material

Kleine bis mittlere Becken werden meisten aus Glas hergestellt. Der Werkstoff ist preiswert, stabil und hat gute optische Eigenschaften. Glasbecken halten jedoch nur 10 bis 15 Jahre. Danach ist die Gefahr groß, dass eine Scheibe sich herauslöst oder platzt. Mit den Jahren wird Glas spröde und die Silikonfugen sind weniger belastbar. Eine gute Aquarienversicherung sollte auf jeden Fall abgeschlossen sein (die Hausratsversicherung deckt normalerweise keine Wasserschäden, die durch auslaufende Aquarien verursacht wurden! Sie kann aber meist günstig für Aquarien erweitert werden. Einige Aquarienvereine vermitteln günstige Versicherungen.). Die Silikonnähte sollten immer mit schwarzem Silikon verklebt sein, um Algenwachstum in den Fugen zu verhindert. Algen können zwischen Fuge und Glas wachsen und lösen die Verbindung. Aus Stabilitätsgründen sollten die Scheiben nie stoßverklebt sondern wulstverklebt sein (leider teuerer). Bei größeren Becken sollten über die Nähe innen zusätzlich kleine Glasstreifen aufgeklebt sein, um Silikonfressern keine Angriffschance zu bieten.


Für Eckversionen eignen sich Plexiglasaquarien hervorragend.
Foto: AquaCare

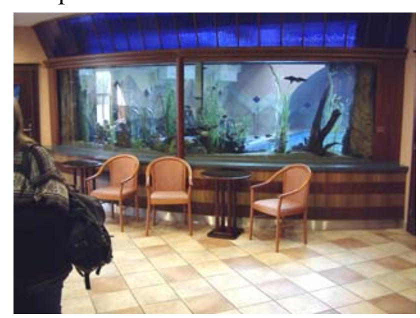
Bei kleinen Aquarien oder Süßwasseraquarien spielt die Grünfärbung des Glases kaum eine Rolle. Bei großen Meerwasseraquarien macht sich die Eigenfärbung (sehen Sie mal auf den Rand einer Glasscheibe) sehr wohl bemerkbar. Für diesen Zweck gibt es Glassorten, die fast keine Färbung aufweisen - diese sind teurer als das Normalglas. Um Kosten zu sparen, kann das „Weißglas" nur für die einsehbaren Seiten (meist Frontscheibe plus Seitenscheiben) verwendet werden. Übrigens: Glas muss immer geschliffen sein, nicht nur, um die Verletzungsgefahr herabzusetzen, sondern geschliffene Gläser sind stabiler. Die Qualitätsunterschiede von Glasaquarien sind enorm - die Preise ebenso. AquaCare empfiehlt immer den sicheren Weg - rechnen Sie einmal nur den Anschaffungspreis (von dem ideellen Wert einmal abgesehen) von den eingesetzten Tieren zusammen, die bei einem Glasbruch fast nie überleben und setzten Sie den Aufpreis der besseren Qualität dagegen. Aquarienversicherungen übernehmen nur die entstandenen Wasserschäden - Tiere werden nicht ersetzt.



Für Großaquarien (hier Tropicarium in Budapest) ist Plexiglas unumgänglich – die Nachteile von Glas sind einfach zu groß.
Foto: AquaCare

Sehr große Aquarien - ab ca.1000 Liter - werden von Aquarienbauern vor Ort geklebt. Oft wird nur die Frontscheibe aus Glas hergestellt, die anderen Seiten können aus Holz, Beton, glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) sein (siehe auch ADEY & LOVELAND 1991).

Plexiglas ist optisch ein sehr attraktiver Werkstoff: die Farben der Tiere wirken schöner, der Brechungsindex dieses Materials ist dem des Wassers ähnlicher, so dass die Verzerrungen geringer werden, und Kratzer sind auspolierbar. Für sehr große Schauaquarien wird dieser Werkstoff gern benutzt. Doch die Pflege von Plexiglas ist aufwendig. Algen können nur mit Kunststoffschabern, weicher Filterwatte oder Spezialtüchern entfernt werden, um keine Kratzer zu verursachen. Die Becken (Vollplexibecken) halten jedoch beliebig lang, weil es keine Silikonfugen gibt (Plexiglasscheiben werden zusammengeschweißt) und nur wenig mit der Zeit versprödet.



Raumteiler sind eine Alternative zu Standardaquarien.
Foto: AquaCare

Abdeckscheibe

Auf keinen Fall sollte eine Abdeckscheibe verwendet werden. Sie reduziert das Licht erheblich und erschwert den Gasaustausch. Der Wärmestau im Sommer kann ebenfalls zum schnellen Scheitern Ihres Riff-Traums führen.

Elektrischer Aufbau

Stichworte: Fehlerstromschalter, getrennte Stromkreise, übersichtlicher Aufbau

Der elektrische Aufbau von Aquarienanlagen gleicht oft einem Gewirr von Kabeln mit lebensgefährlichem Charakter. Wir können nicht genügend darauf hinweisen, dass viele Geräte nur von fachlich qualifizierten Personen angeschlossen werden dürfen. Die Kombination Meerwasser und Strom ist einfach zu gefährlich.

Um die Sicherheit für den Aquarianer zu maximieren, sollten alle Anschlüsse über einen Fehlerstromschalter (FI) geschützt werden (in Neubauten sind diese Schalter Pflicht). Aber auch die Tiere sollten gesichert sein. Was nützt ein Fehlerstromschalter, der bei einem Defekt reagiert und den Strom abschaltet, wenn die Tiere dann ohne Technik weiterleben müssen. Meist passieren diese Stromausfälle immer, wenn niemand zu Hause ist. Ein Meerwasseraquarium kann dann sehr schnell „umkippen", d.h. die Wasserqualität wird so schlecht, dass die Tiere sterben. Nach wenigen Stunden ist oft schon der Tod einiger Tiere zu beklagen - besonders die Tiere, die empfindlich gegenüber Sauerstoffmangel sind (z.B. *Zebrasoma* spec.).

Wir empfehlen folgende Schaltung: das Aquarium sollte mindestens zwei Stromkreise haben, die getrennte Sicherungen und getrennte Fehlerstromschalter (FI) haben. Die Fehlerstromschalter müssen eine niedrigere Ansprechschwelle besitzen, als die des Wohnungs-FIs. Der eine Stromkreis ist für die Kreislaufpumpe inkl. Abschäumer und Heizung, der andere für die Strömungspumpen und die Beleuchtung. Alle anderen Geräte können gleichmäßig über die beiden Stromkreise verteilt werden. Regelgeräte sollten eine Feinsicherung haben, damit bei einem Kurzschluss des angeschlossenen Gerätes oder des Reglers nur dieses Gerät ausfällt und nicht alle am Sicherungsautomaten (Wohnungssicherungskasten) angeschlossenen Geräte. - Sinn dieser Schaltung ist es, dass zumindest die Heizung und Wasserbewegung und damit der Sauerstoffeintrag gewährleistet ist. Jedes eingefahrene Aquarium kann z.B. einen Lichtausfall über mehrere Tage gut verkraften. Auch die Filteranlage kann für mehrere Tage ausfallen, ohne gleich eine Katastrophe auszulösen. Nur wenn die Wasserbewegung (Kreislaufpumpe und die Strömungspumpen) für längere Zeit (einige Stunden) ausfällt, sinkt der Sauerstoffgehalt schnell unter das Minimum und das Sterben beginnt. Auch zu tiefe Temperaturen (unter 20°C) können die Tiere - insbesondere Steinkorallen - schnell zum Absterben bringen. Fällt ein Stromkreis aus, funktioniert zumindest die Heizung oder die indirekte Heizung durch die Beleuchtung.



Die gesamte Technik, insbesondere die elektrischen Komponenten, sollten übersichtlich und sicher aufgebaut sein.
Foto: AquaCare

Jeder Aquarianer sollte darauf achten, dass die Verkabelung (im Meerwasserbereich sammelt sich so einiges an „Strippen" an) ordentlich und übersichtlich verlegt wird. Stecker sollten mit einer Aufschrift versehen werden, für welches Gerät er dient - zu schnell hat man den falschen gezogen. Gerade auch, wenn die Urlaubsvertretung über telefonische Erste-Hilfe-Maßnahmen angewiesen werden soll, ist eine übersichtliche Verkabelung und Steckerbeschriftung ausgesprochen hilfreich.

Filterung / Abschäumung

Stichworte: Abschäumer, Biofilter, lebende Steine, Denitrifikationsfilter („Nitratfilter")



Die gesamte Filtertechnik kann übersichtlich und leicht handhabbar im Unterschrank untergebracht werden.
Foto: AquaCare

Wir wissen, dass dies ein heißes Eisen ist. Wenn zwei Mariphile (Meerwasserbesessene) diskutieren, gibt es mindestens 3½ Meinungen. Unsere Empfehlung lautet: der Abschäumer ist das wichtigste technische Gerät. Auf einen Biofilter kann, muss aber nicht verzichtet werden. Mindestens genauso wichtig wie der Abschäumer sind lebende Steine (für kleine und mittlere Aquarien), die auch im Filtersystem eingebaut werden können. Jedoch sind sie unserer Meinung nach zu teuer, so dass sie besser im Aquarium als Aufbaumaterial Verwendung finden sollten.



Abschäumer müssen nicht mehr sehr groß sein, um effektiv arbeiten zu können. Mit Know-How ist es möglich, Unterschrankabschäumer sehr leistungsfähig zu konstruieren. Foto: AquaCareFlotor ACF1000V-060

Auf dem Markt gibt es viele Abschäumertypen. Zu entscheiden, welcher nun der Beste ist, kann niemand objektiv entscheiden, weil unseres Wissens noch niemand alle Typen auf einmal getestet hat (siehe dazu "Qualitätsmerkmale von Abschäumern"). Dass es zum Teil enorme Unterschiede in Baugröße und Leistung gibt, ist jedem klar. Grundsätzlich gibt es Gleichstrom- und Gegenstromabschäumer und Sondertypen. Gleichstromabschäumer sind grundsätzlich uneffektiver - sie werden kaum noch angeboten. Sondertypen werden als Rotationsabschäumer, Diffusionsabschäumer, Kontakabschäumer, Fallstromabschäumer und *AquaCareFlotor*, der im Schwebestrom arbeite, angeboten. Achten Sie beim Kauf auf folgende Punkte: der Abschäumer sollte leise, leicht zu warten und zu säubern sein. Die wichtigsten Punkte sind jedoch die produzierte Blasengröße (je kleiner die Blasen, desto höher die Effektivität) und die Kontaktzeit (je länger desto besser). Sehen Sie sich einige Geräte bei Freunden, Vereinsmitgliedern oder Händlern an. Auch können bei einigen Herstellern die Geräte in Aktion besichtigt werden.

Biofilter sollten immer hinter dem Abschäumer geschaltet werden, denn der Abschäumer soll die Hauptarbeit leisten und alles, was der Abschäumer noch durchlässt, wird dann biologisch im Biofilter abgebaut. Das Material im Biofilter - wenn er überhaupt eingesetzt wird - muss extrem durchlässig sein. Am besten sind Kunststoffbiobälle mit extrem hohem Zwischenraumvolumen (z.B. AquaCare Kunststoffrieselfiltermaterial). Auf keinen Fall darf dichtes Material, wie z.B. Kies, Aktivkohle, Sinterkörper, Lavagestein, etc. verwendet werden. Poröses, dichtes Material wird mehr oder weniger schnell mit Mulm verstopft und erniedrigt das Redoxpotential. Die negative Wirkung ist meist erst nach Monaten zu erkennen. Biobälle müssen vor dem Einsatz gründlich heiß gespült werden. Denn Kunststoff-Spritzgussteile haben aus produktionstechnischen Gründen meist eine wachsige Schicht auf der Oberfläche. Diese Wachse können die Abschäumer für viele Stunden lahm legen!

Eine Alternative für Aquarien, die kein oder nur wenig Lebendgestein haben, sind Fließbettfilter. Diese Filter sind die effektivsten Biofilter ohne zu verstopfen.



Fließbettfilter haben die größte Effektivität unter den Biofiltern.
Foto: AquaCare Fließbettreaktor FBR110-60

Lebende Steine: siehe unten.

Mit Abschäumer plus lebende Steinen ist es im Riffaquarium leicht möglich, die Nitratkonzentration auf die Nachweisgrenze zu reduzieren - allerdings nur bei geringem Fischbesatz.



Denitrifikationsanlagen (RBR) mit anschließender Bakterienentfernung (ACF16.000VC) im Delphinarium Duisburg.
Foto: AquaCare

Die speziell konstruierten Denitrifikationsfilter („Nitrat-Filter"), die mit organischen Stoffe (Alkohol, Zucker, "Deniballs", Essigsäure) gefüttert werden, sollten unserer Meinung nach nicht in einem Riffbecken eingebaut werden. Wir haben sehr viele negative Ereignisse von unseren Kunden mitgeteilt bekommen - nicht zuletzt wegen des komplizierten Handlings der Denitrifikationsfilter. Vor allem sind sie in einem gut gebauten Riff (lebende Steine) unnötig. In reinen Fischbecken oder Spezialbecken können diese Filter gute Dienste leisten.



Versuchs-Denitrifikationsfilter bei 0°C im Alfred-Wegener-Institut für Polarforschung.
Foto: AquaCare

Es muss bei Denitrifikationsfiltern darauf geachtet werden, dass im Filter einen separate Umwälzung stattfindet. Überall im Filter muss eine gute Verteilung des Wassers stattfinden. Das Redoxpotential im Filter muss kontrolliert werden. Ohne diese Kontrolle besteht bei zu niedrigem Zulauf bzw. zu starker Fütterung (es werden spezielle „Nitratfilter"-Nährlösungen angeboten) die Gefahr der Schwefelwasserstoffbildung (stinkt nach faulen Eiern) und bei zu hohem Zulauf bzw. zu schwacher

Fütterung besteht die Gefahr der Nitritbildung.

Beide Stoffe richten erheblich Unheil im Aquarium an. Der Ablauf des „Nitratfilters" muss unbedingt in den Zulauf des Abschäumers eingespeist werden, damit wenigstens einige der aus dem Filter geschwemmten Bakterien aus dem Wasser genommen werden.

Die neuen "Schwefel-Nitratfilter" sind im Handling bedeutend einfacher. Bei Nitratkonzentrationen über 20-25 mg/l können diese autotroph arbeitenden Filter, d.h. ohne organische Futterstoffe, gute Dienste leisten. Die Nitratkonzentration sollte aber auf keinen Falle unter 5 mg/l absinken, damit Mangelerscheinungen nicht auftreten können.



Schwefel-Nitrat-Filter gibt es ebenfalls als Großanlagen.
Foto: AquaCare

Wasserströmung / Pumpen

Stichworte: Wasserströmung, Pumpen, Intervallsteuerungen, Kreislaufströmung

Die Wasserströmung wird von vielen Meerwasseraquarianern hoffnungslos unterschätzt. Fast alle Tiere benötigen eine gute Strömung, um prächtig gedeihen zu können. Unsere Empfehlung lautet: pro Stunde sollte mit Strömungspumpen das Beckenvolumen **mindestens** 10 mal umgewälzt werden. Eine wechselnde Strömung mit einer Intervallsteuerung hat besondere Vorteile: "Dreckecken" werden besser vermieden; die Tiere bewegen sich natürlicher und wachsen besser.

Pumpen, die die Motorteile über dem Wasser haben („Turbellen"), geben wesentlich weniger Wärme an das Wasser ab, als wassergekühlte Pumpen. Besonders im Sommer spielt diese Tatsache eine wichtige Rolle. Tauchpumpen (meist Synchronmotoren) können in ihrer Drehzahl im allgemeinen nicht reguliert werden (nicht mit den aquaristischen Intervallsteuerungen), Turbellen (Asynchronmotoren) sind regulierbar (Herstellerangaben beachten). Nur in großen Aquarien (ab ca. 1000 Litern) ist es sinnvoll, die Strömung außerhalb mit starken Pumpen und regelbaren Stellklappen zu installieren. Bei Show-Aquarien (>10.000 Liter) reicht Strömung durch Pumpen allein nicht mehr aus - wesentlich sinnvoller ist der zusätzliche Aufbau einer Wellenanlage.

Die Kreislaufströmung vom Aquarium in den Filterkasten und wieder zurück sollte so stark sein, dass die Pumpe in der Stunde das Aquarienvolumen ca. 5 mal umwälzt. Bei der Auslegung der Pumpe muss darauf geachtet werden, dass die Förderhöhe die Literleistung stark beeinflusst. Markenpumpen werden mit Kennkurven geliefert, auf denen die geförderte Literleistung gegen die Förderhöhe aufgezeichnet ist. Um die Förderhöhe zu ermitteln, muss die Höhe von Wasseroberfläche Filterkasten (dort wo die Kreislaufpumpe ansaugt) bis zur Wasseroberfläche Aquarium ausgemessen werden. Die gemessene Meterzahl in der Kennkurve suchen und die dazugehörige Literleistung ablesen - das ist die maximale Literzahl! In der Praxis fördern die Pumpen wegen der Rohrwiderstände weniger - bei einigen aquaristischen Modellen sogar erheblich weniger. Dieser Punkt sollte beachtet werden - von einer theoretischen Pumpenleistung haben Ihre Tiere nichts.

Ganz wichtig: die Pumpen müssen meerwasserfest sein. Der Schaden durch eine korrodierende Pumpe kann erheblich sein - es sind sogar schon Totalausfälle berichtet worden. Heizungspumpen, die wegen der wesentlich höheren Stückzahlen kostengünstiger sind, können im Meerwasserbereich nicht verwendet werden.

Verrohrung

Stichworte: Schläuche, Weich-PVC, Silikon, Hart-PVC (PVC grau), Stecksysteme

Schläuche sind die schlechteste Art, in der Aquaristik das Wasser zu transportieren. Die meisten Schläuche bestehen aus Weich-PVC (PVC = Polyvinylchlorid). Dieses Material ist zwar billig und flexibel, aber mit der Zeit entweichen die Weichmacher (z.T. Phthalate, die krebserregend sein können) aus dem Material, so dass die Schläuche hart werden und von den Verbindungsstücken bei leichten Bewegungen (Pumpenvibration) abspringen können. Die Folgen von Weichmachern im Meerwasser sind unbekannt. Weich-PVC-Schläuche sind allenfalls für die Luftversorgung einzusetzen, wenn die Schläuche keinen Wasserkontakt haben (z.B. Luftversorgung der Abschäumer). Silikon kann wesentlich besser verwendet werden. Silikon ist im Allgemeinen ohne Weichmacher hergestellt und ist dauerelastisch. Es muss jedoch beachtet werden, dass Silikon für Gase durchlässig ist, und somit nicht für z.B. die Kohlendioxidversorgung oder Kalkwassermischer eingesetzt werden sollte. Silikon in der Normalausführung ist ebenfalls nicht druckfest (ebenso wie Weich-PVC). Einige Pumpen können schon einen Schlauch zum Aufblasen bringen.



Eine ordentliche und stabile Verrohrung aus PVC ist Voraussetzung für einen sicheren Betrieb ohne Überschwemmungen.
Foto: AquaCare

Für die Wasserführung gibt es im Meerwasser eigentlich nur eine gute Möglichkeit: Hart-PVC auch als PVC-grau, PVC-hart, PVC-U bekannt. Dieses PVC hat keine Weichmacher und ist absolut starr. Die Verrohrung kann leicht mit einer Handsäge zurechtgesägt und die Fittings (Eckstücke, T-Stück, Verschraubungen, etc.) leicht „geklebt" werden. Hart-PVC ist druckfest: mit wie viel Druck die Teile belastet werden können, steht auf den Fittings und Rohren; PN 10 heißt z.B. belastbar bis 10 bar bei Raumtemperatur. Nachteilig ist, dass nach dem Verschweißen („Kleben") der Einzel-

teile mit Spezialschweißmittel die Verbindungen nicht mehr gelöst werden können. Deshalb sollten zwischen wichtigen Teilen (z.B. Pumpen), die ab und zu mal ausgebaut werden müssen, Verschraubungen bzw. Kugelhähne geschweißt werden. Ein genaue Planung (am besten mit Zeichnung) sollte unbedingt vorher gemacht werden. Wer noch nie mit PVC gearbeitet hat, sollte sich mit Fachleuten (einige Händler und Aquarienbauer) in Verbindung setzen. Die Verarbeitungshinweise des Herstellers (Schweißmittel) müssen unbedingt beachtet werden. - Provisorisch können die PVC-Stücke mit Teflonband abgedichtet werden. Das sollte aber nur dafür genutzt werden, um einmal etwas auszuprobieren. Auf die Dauer geht jedoch diese Methode schief!

Für kleine Versuchsanlagen, bei denen oft etwas umgebaut wird, haben sich Steckfittings bewährt. Diese Verbindungen können beliebig oft zusammen- und auseinandergebaut werden. Das Stecksystem ist ebenfalls hervorragend für das Frischwasserversorgungssystem (Umkehrosmoseanlage, Vorratsbehälter, Meerwassermischbecken) oder die Luftversorgung einsetzbar.

Wasseraufbereitung des Rohwassers

Stichworte: Umkehrosmosetechnik, Ionenaustauscher, Aktivkohlefilterung

Meist ist das Leitungswasser für die Meerwasseraquaristik nicht mehr zu gebrauchen. Stoffe wie Nitrat, Kieselsäure, Pestizidrückstände, Medikamentenreste können im Meerwasseraquarium das reinste Chaos verursachen. Die in der Meerwasseraquaristik bekannteste Methode zur Wasseraufbereitung ist die Umkehrosmosetechnik. Ferner werden Ionenaustauscher und Aktivkohlefilterung verwendet. Weitere Einzelheiten über Umkehrosmosetechnik: siehe unten.

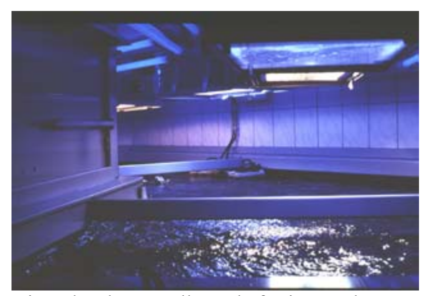


Umkehrosmoseanlagen können speziell nach Kundenwunsch gefertigt werden.
Foto: AquaCare

Beleuchtung

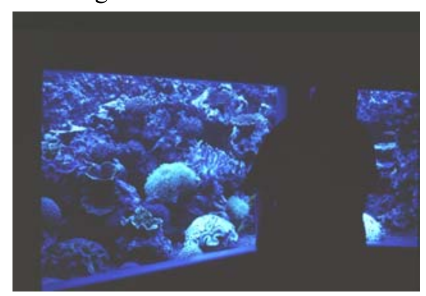
Stichworte: Leuchtstoffröhren, HQL, HQI, T5, Halogen, Beleuchtungsstärke, Kelvin-Zahl, Spektrum

Über die Beleuchtung wird ebenfalls sehr viel diskutiert und z.T. mit Fachbegriffen herumgeschmissen, die einen Anfänger hoffnungslos überfordern.



Die Beleuchtung sollte so befestigt werden, dass man sie leicht erreichen kann, um z.B. den Brenner zu wechseln.
Foto: AquaCare

Wichtig ist die Regel: je tiefer und größer ein Aquarium ist, desto mehr Beleuchtung muss aufgehängt werden. Es sollte darauf geachtet werden, dass bei der Hälterung von den meisten Steinkorallen mehr Licht benötigt wird, als bei pflegeleichten Tieren wie z.B. Weichkorallen, Scheiben- und Krustenanemonen (Allerdings wachsen die meisten Tiere bei mehr Licht besser). Mehr Licht verhilft durch die erhöhte Photosyntheseaktivität der Korallen und Algen zu einem stabileren chemischen, physikalischen und biologischen "Gleichgewicht".



Blaue Beleuchtung vermittelt bei Beleuchtungsbeginn und –ende einen vollkommen anderen Eindruck.
Foto: AquaCare

Für die Hauptbeleuchtung haben sich HQI-Leuchten (HQL-Leuchten dürfen auf keinen Fall benutzt werden) bestens bewährt. Sie gibt es in 70, 150, 250, 400, 1000, 2000 und 3000 Watt. Wie stark die Lampen sein sollten, hängt hauptsächlich von der Wassertiefe ab (wohlgemerkt: die Tabelle ist unsere Empfehlung und bedeutet nicht, dass mit weniger Leistung das Aquarium nicht funktionieren kann. Aber je niedriger die Leistung, desto höher wird die Wahrscheinlichkeit, dass das Mini-Riff nicht funktioniert).

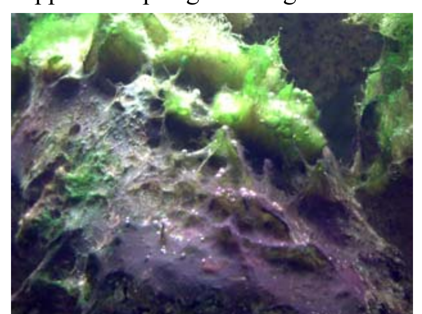
Wassertiefe des Riffaquariums	Leistung der HQI-Lampe
kleiner 30 cm	70 W
30 - 40 cm	150 W
40 - 50 cm	250 W
50 - 70 cm	400 W
70 -100 cm	1000 W
100 - 200 cm	2000 W
größer 200 cm	3000 W

Eine zu schwache Beleuchtung kann nicht durch eine Verlängerung der Beleuchtungsdauer kompensiert werden. Die Anzahl der Haupt-HQI-Lampen hängt von den Maßen des Aquariums ab. Mit ca. 1 Watt HQI pro Liter Wasser ist fast jedes Becken gut ausgeleuchtet. Die Beleuchtungszeit der HQIs sollte 8-10 Stunden betragen - während der ersten Wochen weniger. Welche Lichtfarbe gewählt werden sollte, hängt viel vom Geschmack des Aquarianers ab. Die hellsten Lampen sind "Daylight"-Brenner, die "10.000-Kelvin"- oder gar "20.000-Kelvin"-Brenner sind weitaus lichtschwächer.

Als Alternative zu HQI-Lampen gibt es neuerdings die sogenannten T5-Röhren. Dies sind besonders leuchtstarke Leuchtstoffröhren, die einen ähnliche Leistung wie HQI aber eine wesentliche längere Lebensdauer haben. Nachteilig ist, dass das typische Lichtflimmern am Bodengrund oder Riffaufbauten nicht mehr zu sehen ist. Das können nur die punktförmig leuchtenden HQI-Lampen oder zusätzliche kleine Halogenspots schaffen.

Die Nebenbeleuchtung kann mit Leuchtstofflampen verwirklicht werden. Sie dient dazu, den Übergang von Nacht zu Tag gedämpfter zu gestalten. Meist werden blaue Röhre verwendet (z.B. Farbton 67). In diesem Licht kommen gerade fluoreszierende Farben voll zur Geltung. Die Nebenbeleuchtung sollte ca. 1 Stunde vor dem Hauptlicht eingeschaltet und ca. 1 Stunde nach dem Hauptlicht ausgeschaltet werden.

Ein Nachtlicht oder Mondsimulator ist notwendig, wenn das Aquarium in einem absolut dunklen Raum steht. Fische - insbesondere neu eingesetzte - können bei vollkommender Dunkelheit panikartig aus dem Aquarium springen. Die Sprungfreude der Fische ist außerdem artspezifisch, z.B. Lippfische springen sehr gerne.



Falsche Beleuchtung oder überalterte Leuchtmittel können das Wachstum von ungewollten Schmieralgen fördern.
Foto: AquaCare

Lebende Steine

Stichworte: Herkunft, Qualität, Funktion

Lebende Steine sind aus natürlichen Riffen herausgebrochene Rifffragmente. In und auf ihnen befindet sich eine Vielfalt von Bakterien, Algen, Einzeller und viel, viel Kleingetier. Nicht nur wegen der sichtbaren Tiere, die nach und nach aus den Steinen wachsen oder herauswandern (Schnecken, Würmer, Korallen, Anemonen, etc.) sondern auch wegen der Kleinstlebewesen wie Bakterien, Schwämme und Einzeller, die wichtige Stoffumwandlungsprozesse (biologische Filterung: Nitrifikation, Denitrifikation, Abbau organischer Substanzen) vollziehen, werden lebende Steine gern im Aquarium eingebaut.

Außerdem geben sie den meisten Aquarien ein fast realistisches Aussehen.



Der Aufbau mit lebenden Steinen ergibt nicht nur einen sehr natürlichen optischen Eindruck. Die biologische Aktivität („lebender Filter") und die Anreicherung mit Kleinstorganismen insbesondere in kleinen Aquarien sind sehr wichtig.
Foto: AquaCare

Die Gefahr bei lebenden Steinen besteht im Eintrag von unliebsamen Gästen wie Fangschreckenkrebse, Feuerborstenwürmer, etc..



Einige blinde Passagiere in lebenden Steinen sind nicht erwünscht, weil sie im Tierbestand wildern.
Foto: AquaCare

Lebende Steine sollte nach "Meer" riechen; faulig stinkende Steine sollte auf keinen Fall gekauft werden. Mit "gut wässern" ist es nicht getan. Beachten Sie, dass lebende Steine wie Fische oder Niedere Tiere importiert und per Luftfracht zu uns kommen. Preise von ca. 10-15 €/kg sind realistisch (bei guter Qualität); lebende Steine, die im Zoofachhandel für weit unter 10 €/kg angeboten werden, können nicht aus Riffen stammen oder sind von derart minderer Qualität (falscher Transport, falsche Lagerung), dass vom Kauf abgeraten werden muss. Betrachten Sie lebende Steine als das perfekte biologische Filtersystem - so werden die Kosten in ein besseres Licht gerückt.



Nur sehr große Aquarien sollten ohne lebende Steine konstruiert werden, da die Sedimentfracht in großen Systemen enorm ist.
Foto: AquaCare

Bei Aquarien über 1000 Liter sollte der Riffaufbau nicht mit lebenden Steinen gestaltet werden, da er mit der Zeit zum Zusammenbrechen neigt und große Mengen an Sedimenten produziert.

Chemie: Meersalz / Zusätze / Kalkreaktoren

Stichworte: Chemie - Biologie, Salzmischungen, Schadstoffe, Zusatzstoffe: Spurenelemente, Jod, Strontium, Calcium, Karbonathärte, Methode nach Balling, Kalkwasser nach Wilkens, Kalkreaktor, *Turbo*-Kalkreaktor

In mein Aquarium kommt keine Chemie!

Dieses Argument ist leider falsch. Im Riffaquarium findet eine derart große Vielzahl von chemischen Reaktionen statt, dass ein Riffaquarium eigentlich als chemischer Reaktor bezeichnet werden müsste. Auch alle biologischen Vorgänge sind auf chemische Abläufe zurückzuführen.

Da ein Riffaquarium nie in einem natürlichen Gleichgewicht sein kann, müssen wir ständig nachhelfen, damit es in einem künstlichen Gleichgewicht bleibt. Es muss Wärme zu- oder abgeführt, Schadstoff entfernt und lebensnotwendige Stoffe zugefügt werden; der pH-Wert und die Dichte (Salzgehalt) sollte nur in geringen Maßen schwanken.

Der Ausgangspunkt ist das künstliche Meerwasser (nur wenige Aquarianer können mit natürlichem Meerwasser arbeiten). Am Sinnvollsten wird eine Markensalzmischung mit Umkehrosmosewasser angerührt. Weitere Infos zum Umgang mit Meerwasser siehe unten.

Schadstoffe reichern sich im Laufe der Zeit im Aquariumwasser an. Viele kann der Abschäumer entfernen, bevor Bakterien sie zersetzen. Die meisten anderen werden von Bakterien abgebaut. Einige wenige werden nicht abgebaut (persistente Stoffe) und reichern sich an, so dass es nötig ist, einen regelmäßigen Wasserwechsel zu machen. Ca. 10% pro Monat ist eine sinnvolle Größenordnung, kann aber bei starkem Fischbesatz auf 25% pro Monate erhöht werden. Wasserwechsel sollte häufig mit kleinen Mengen vorgenommen werden (z.B. jede Woche 2,5%).



Gutes Meersalz ist der Grundstein für gutes Meerwasser. Stimmt diese Grundlage nicht, kann ein biologisches Gleichgewicht nur sehr schwer erreicht werden.
Foto: AquaCare

Viele nützliche Stoffe werden schneller aus dem Aquarium verbraucht oder abgebaut, als man sie mit einem Wasserwechsel nachgeben kann. Diese Stoffe müssen vom Aquarianer nachdosiert werden.

Korallen verbrauchen z.T. in erheblichen Mengen Gelöstkalk. Im Meerwasser liegt der Gelöstkalk als Calcium-Ionen und (hauptsächlich) Hydrogencarbonat-Ionen vor. Die Korallen nehmen beide Stoffe auf und bauen festen Kalk daraus. Ist zu wenig Gelöstkalk im Wasser, kann die Korallen nicht mehr wachsen und geht schließlich ein. Gelöstkalk kann mit vier verschiedenen Methode, die alle miteinander kombinierbar sind, in das Meerwasseraquarium gebracht werden.

1. Pflegelösungen, mit denen man Calcium und Hydrogencarbonat ("Karbonathärte") getrennt in das Aquarium geben kann (Methode nach Balling); bei besonders hohem Karbonathärteverbrauch der Tiere kann anstatt der Hydrogencarbonatlösung auch der AquaCare Super Puffer verwendet werden. Bei wenig Wasserwechsel sollte zusätzlich zu den oben genannten Lösungen bzw. Pulvern das kochsalzarme Mineraliensalz von AquaCare dosiert werden.

2. Kalkwasser, mit dem man Calcium anreichert, den pH-Wert leicht erhöht und Phosphat ausfällen kann - im Kalkwasserreaktor kann kontinuierlich frisches Kalkwasser produziert werden;

3. der Kalkreaktor, der mit Kohlendioxid ein kalkhaltiges Material auflöst und so Calcium und Hydrogencarbonat in das Aquarium bringt;

4. die CO_2-Injektion - diese kann jedoch nur für spezielle Zuchtaquarien empfohlen werden.



Der *Turbo*-Kalkreaktor von AquaCare produziert sicher gelöstes Calcium und Karbonathärte.
Foto: AquaCare

Spurenelemente, Jod und Strontium werden ebenfalls - vom Tierbesatz abhängig - stark verbraucht, so dass sie regelmäßig nachdosiert werden müssen. In einigen Aquarien kann eine Zugabe von Eisen ein besseres Wachstum bzw. Farbenpracht erzeugen. Bei extrem starken Wachstum von Kalkrotalgen und Gorgonien sollte Magnesium ebenfalls nicht fehlen. Natürlich kann die Dosierung der flüssigen Produkte auch mit einer Dosierpumpe geschehen.

Welche Parameter/Werte müssen überwacht werden?

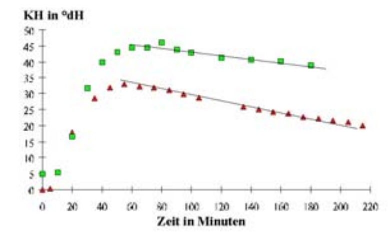
Stichworte: Temperatur, pH, Karbonathärte, Salinität, Dichte, Leitfähigkeit, Ammonium/Ammoniak, Nitrit, Nitrat, Phosphat, Silikat, Parameterdenken

Weil das Riffaquarium in einem sehr empfindlichen künstlichen Gleichgewicht ist, müssen einige Werte regelmäßig kontrolliert und gegebenenfalls korrigiert werden. *Aber: jede Änderung sollte so behutsam wie möglich durchgeführt werden, damit unnötiger Stress für die Tiere vermieden wird. Stress - egal in welcher Form - kann Krankheiten auslösen.*

Temperatur:
Die Wassertemperatur sollte im typischen Riffaquarium zwischen 25 und 27°C liegen. Temperaturen unter 20 und über 30°C können leicht zum Massensterben führen. Treffen Sie vorher geeignete Maßnahmen; ist die Wassertemperatur im Sommer auf 30°C angestiegen, sind Ventilatoren oder Kühlgeräte nicht selten ausverkauft! Die Heizung sollte immer mit doppelter Sicherheit betrieben werden: Regler plus Regelheizer. Der Regler (mechanisch oder elektronisch) sollte auf die gewünschte Temperatur (25°C) gestellt werden, der Regelheizer 2-3°C höher. Bei Ausfall des Reglers, schaltet die Regelheizung bei Erreichen der oberen Temperatur ab. In sehr kühlen Räumen sollte eine Zusatzheizung installiert werden, die bei Unterschreiten der gewünschten Temperatur z.B. bei 23°C anspringt. Beachten Sie, dass Meerwassertiere aus tropischen Riffe nur in einem geringen Temperaturbereich (ca. 10 K) überleben können.

Der pH-Wert:
Dieser Wert gibt an, wie sauer oder wie alkalisch (basisch) das Wasser ist. Werte über 7 sind alkalisch, Werte unter 7 sind sauer; der Wert 7 ist neutral (weder sauer noch alkalisch). Im Meerwasser sollte der pH-Wert idealerweise zwischen 8,0 und 8,5 liegen. Beachten Sie, dass der pH-Wert morgens niedriger als abends ist. Wenn Sie keine Dauermesseinrichtung haben, messen Sie den pH-Wert immer zur gleichen Uhrzeit, um vergleichbare Wert zu haben.

Der KH-Wert (Karbonathärte):
Die Karbonathärte hat unmittelbar Einfluss auf den pH-Wert und damit auf das Befinden aller Tiere. Der KH-Wert sollte nie unter 7°dH fallen. Er kann mit verschiedenen Methoden angehoben werden: AquaCare Pflegelösung "KH-plus" bei geringem Verbrauch, Super Puffer bei hohem Verbrauch und *Turbo*-Kalkreaktor bei großen Aquarien oder starken Verbrauchern (z.B. Steinkorallen). Die Kalkwassermethode erhöht die Karbonathärte nicht wesentlich!
Die Karbonathärte gehört für uns zu den wichtigsten Parametern; leider wird sie oft genug nicht regelmäßig überprüft!



Verlauf der Karbonathärte bei einem Versuch mit dem Turbo-Kalkreaktor.
Grafik: AquaCare

Salzgehalt, Dichte, Leitfähigkeit
Der Salzgehalt gibt an, wie viel Salz im Wasser gelöst ist. Dieser Parameter wird in Promill ‰ gemessen. Das Meerwasser sollte einen Salzgehalt von ca. 33 bis 35 ‰ haben. Sehr ein-

fach kann dieser Wert mit einem Refraktometer ermittelt werden. Andere Messgrößen sind die Dichte (wird mit einer "Spindel" oder Araeometer gemessen) oder die elektrische Leitfähigkeit (wird mit einem Leitfähigkeitsmessgerät gemessen).



Refraktometer sind eine einfach und sichere Alternative zu Spindeln.
Foto: AquaCare

Wenn der Salzgehalt im Aquarium zu hoch sein sollte, nehmen Sie ca. 1% des Wassers aus dem Aquarium und ersetzen ihn gegen Umkehrosmosewasser (oder lassen das fehlende Volumen durch eine automatische Nachfüllanlage ersetzen). Ist der Salzgehalt im Aquarium zu niedrig, füllen Sie einfach ca. 1% Meerwasser nach.

Durch die andauernd statt findende Verdunstung geht dem Meerwasser Wasser verloren, jedoch nicht die Salze. Füllen Sie jeden Tag das verdunstet Wasser unbedingt nur mit Umkehrosmosewasser nach (außer: der Salzgehalt soll erhöht werden). Das Nachfüllen kann durch Schwimmerventile oder automatische Nachfüllanlagen stattfinden. Weitere Infos zu diesem Thema siehe unten.

Die Schadstoffe bzw. Nährstoff Ammonium/Ammoniak, Nitrit, Nitrat, Phosphat, Silikat

Ammonium/Ammoniak wird ständig im Aquarium produziert. Es darf, wenn überhaupt, nur in der Einfahrphase des Aquarium messbar sein. Kann es öfter nachgewiesen werden, stimmen grundlegende Dinge im Filtersystem und Strömung nicht mehr. Das Aquarium sollte dringend von einem Fachmann saniert werden! Das Gleiche gilt für den Stoff Nitrit. Ammoniak und Nitrit sind hoch giftig und können ein Aquarium in den biologischen Gau führen.

Nitrat und Phosphat sind im Riffaquarium Stoffwechselendprodukte, dass heißt, sie reichern sich langsam aber sicher an. Je mehr gefüttert wird und je schlechter (unterdimensioniert) die Technik ist oder weniger der regelmäßig Wasserwechsel durchgeführt wird, desto schneller steigen Nitrat und Phosphatwerte an. Im optimalen Riffaquarium sollte Nitrat im Bereich von 5-20 mg/l liegen, Phosphat bei 0,05 bis 0,2 mg/l. Steigen die Werte über den Bereich oder liegen sie permanent unter dem Bereich, müssen Gegenmaßnahmen gestartet werden. Wird hingegen ein Parameter z.B. Nitrat reduziert, obwohl der oben genannte Maximalwert nicht erheblich überschritten wird, kann das Installieren eines Nitratfilters mehr schaden als nützen (weiteres in: Nitrat: muss ein Filter her?).

Maßnahme	**erniedrigt Nitrat**	**Erniedrigt Phosphat**
mehr Wasserwechsel	+	+
phosphatfreies und nitratfreies Meersalz verwenden	+	+
phosphatfreies und nitratfreies Wasser für Wasserwechsel und Nachfüllen verwenden (RO-Technik)	+	+
weniger Füttern (besser weniger Fische, die aber richtig füttern)	+	+
Futter für Niedere Tiere (Plankton) auf Nitrat und Phosphat überprüfen und ggf. durch bessere Produkte ersetzen	+	+
Frostfutter waschen	−	+
öfter kleine Portionen füttern als einmal große Mengen	+	+
phosphatfreies Granulat für Kalkreaktor verwenden	−	+
mehr Strömung im Aquarium	+	+
mehr Beleuchtung (Tiere wachsen besser und nehmen mehr Phosphat und Nitrat auf)	+	+
Phosphatreduzierende Mittel einsetzen	−	+
Kalkwasser (Calciumhydroxidmethode) verwenden	−	+
Nitratfilter betreiben	+	+/-
lebende Steine verwenden	+	+/-
effektivere Abschäumer verwenden	+	+
Mehr Strömung zwischen Filtersystem und Aquarium	+	+

Silikat oder Kieselsäure wird ausschließlich durch das Frischwasser (Verdunstungswasser, frisches Meerwasser zum Wechsel) in das Aquarium gebracht. Zum Teil sind die Kieselsäurekonzentrationen so hoch, dass sogar der Einsatz einer Umkehrosmoseanlage allein nicht ausreicht. Zusätzlich muss ein Reinstwasserfilter dahinter geschaltet werden. Ist der Nachschub mit Silikaten gestoppt, baut sich die Kieselsäurekonzentration im Aquarium von ganz allein ab und die unerwünschten Kieselalgen verschwinden.

Mess-, Regel- und Steuertechnik (MSR-Technik)

Stichworte: analog, digital, Mikroprozessor, Computer, Module (Bausteine), Sicherheit, Bedienung

Sehr beliebt in Deutschland ist eine aufwendige Mess- und Regeltechnik. Sie kann die Arbeit erheblich verringern, birgt aber auch Gefahren, weil viele aquaristische Geräte unzuverlässig arbeiten. So gilt eine Regel:
so viel wie möglich messen aber so wenig wie möglich regeln.

Unabdingbar muss die **Temperatur** geregelt werden. Die Bedingungen (Raumtemperatur, Luftfeuchtigkeit und damit Verdunstungskühlung, Beleuchtungsphase) sind zu unregelmäßig, als dass auf eine Regelung verzichtet werden kann. Sichern Sie die Regelung aber ab (siehe Kapitel "Temperatur").

Die **Beleuchtung** sollte automatisch gesteuert werden. Es können dafür einfache Schaltuhren oder aufwendig aufgebaute Mikroprozessorsteuerungen verwendet werden. Ein Ausfall

der Steuerung bringt erst nach einigen Tagen Unheil ins Aquarium.

Alle anderen Parameter sollten nicht geregelt werden. Sinnvoll ist nur eine Notabschaltung von bestimmten Geräten:
Der **Kalkreaktor** sollte bei Unterschreiten eines pH-Wertes von ca. 8,00 mit einer **pH-Regelung** (Messkette im Aquarium!) abgeschaltet werden (CO_2-Magnetventil aus); Der Kalkwassermischer bei Überschreiten des pH-Wertes von 8,5.
Die automatische **Nachfüllanlage** sollte mit Hilfe eines **Leitfähigkeitreglers** abgeschaltet werden, wenn der **Salzgehalt** unter 30 ‰ fällt.



Die AquaCare BasiTech-Steuerung für Turbo-Kalkreaktoren.
Foto: AquaCare

Bei den Mess- und Regelgeräte gibt es grundsätzlich analoge und digitale Geräte. Wird eine Computerüberwachung oder Fernabfrage vorgenommen, sollten auf jeden Fall digitale Geräte eingesetzt werden. Weitere Infos siehe unten.

Komplettsystem (Aquaristikcomputer) sind verglichen mit Einzellösungen wesentlich preiswerter. Aber bei einem Fehler funktioniert die vollständige Mess-, Regel- und Steuertechnik nicht mehr.

Achten Sie beim Kauf auf Sicherheitshinweise.

Achten Sie auf die Bedienerfreundlichkeit. Testen Sie das Gerät vor dem Kauf und lassen Sie es sich genau vom Händler/Hersteller erklären. Erst, wenn Sie sich sicher sind, das Gerät bedienen zu können, ist ein Kauf sinnvoll.

Der wichtigste Grundsatz kann leider nicht oft genug wiederholt werden:
Traue keinem Messgerät! Wird ein schlechter Wert gemessen, überprüfe erst das Gerät. Ein Blick in das Aquarium ist sicherer: sind die Tiere in Ordnung, ist z.B. ein pH-Wert von 9,5 im Aquarium nicht realistisch. Zu oft haben Aquarianer den Geräten mehr getraut als Ihrem "salzigen Finger" und haben durch die gewaltsame Änderung des Messwertes das empfindliche Aquariumgleichgewicht zerstört.

Chemische Tests

Stichworte: grobe Schätzungen, Tropfentests, Teststreifen, Lagerung, Photometer, Standards

Oft genug hören wir Diskussionen zu, bei denen sich Aquarianer um den günstigsten Messwert streiten. Die meisten Aquarianer sind sich nicht bewusst, dass die aquaristischen Messmethoden äußerst ungenau sind. Tropfen- oder Eintauchstreifentests sind nicht mehr als ein Pi-mal-Daumen-Abschätzen. Seriöse Hersteller bringen diese Ungenauigkeit mit dem Wort "halb-quantitativ" zum Ausdruck. Bei jeden Test sollte man sich bewusst sein, wo die Nachweisgrenze liegt. Wenn ein Test z.B. als niedrigste Stufe 0,5 mg/l Phosphat anzeigt, kann bei negativer Farbreaktion (Test färbt sich nicht) nicht davon ausgegangen werden, dass kein Phosphat vorhanden ist. Es kann nur die Aussage getroffen werden, dass weniger als 0,5 mg/l vorhanden sind - wenn der Test richtig funktioniert. Im Riffaquarium sind 0,5 mg/l Phosphat für einige Tiere aber bereits viel zu viel - die einzige Schlussfolgerung ist, dass der Test nicht für die Riff-Meerwasseraquaristik geeignet ist. Der Aquarianer muss sich einen Test mit einer niedrigeren Nachweisgrenze besorgen (z.B. 0,01 mg/l). Beim Erreichen der maximalen Farbsättigung (oberer Grenzbereich), kann ebenfalls der Messwert nicht ermittelt werden. Mit einem Trick (Verdünnung der Probe und anschließendem Verrechnen des Messwertes) kann die obere Nachweisgrenze erhöht werden - zu beachten ist, dass sich die Ungenauigkeiten um den gleichen Faktor erhöhen.



Kleine Einparameterphotometer sind auch für den Hobby-Meerwasseraaquarianer erschwinglich.
Foto: Hanna

Um den menschlichen Faktor (Beurteilung der Farbsättigung) einigermaßen ausschließen zu können, gibt es seit einiger Zeit kleine Photometer, die wesentlich genau messen, als die einfachen Teststreifen oder Tropfentests. Der qualifiziert Fachhändler nimmt gegen eine geringe Gebühr ebenfalls genaue Messungen durch.

Alle chemischen Tests sind sehr empfindlich gegenüber der Lagerung (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Licht). Wird ein Test falsch oder zu lange gelagert, kann mit dem Testergebnis nichts mehr angefangen werden. Tests können mit sogenannten Standards überprüft werden.

Der Zeitplan / Ereignisplan

Stichworte: Übersicht, Auswertung, Fehleranalyse

In vielen Büchern wird von einem Zeitplan gesprochen, nach dem sich der Aquarianer beim Einfahren des Aquariums richten soll. Leider gibt es sehr verschiedene Wege, ein Aquarium zu starten, so dass eine zeitliche Einteilung unserer Meinung nach nicht sinnvoll ist. Wir schlagen deshalb den Ereignisplan vor. Nach unseren Erfahrungen kann die Einfahrzeit von wenigen Wochen bis zu mehreren Jahre (einige Aquarien kommen mangels Technik, Wissen oder Fürsorge nie aus der Einfahrphase heraus!) variieren.

1. Inbetriebnahme und Testen aller Systeme

Der erste Schritt ist der komplette Aufbau der Anlage und das Befüllen mit Süßwasser. Alles kann auf Dichtigkeit überprüft werden, viele Geräte wie Pumpen, Beleuchtung, Mess- und Regeltechnik auf Funktion.

2. Füllen mit Meerwasser und Einbringen der lebenden Steine

Das Süßwasser und eventuell vorhandene Kleberreste sollte nun vollständig entfernt und gegen Meerwasser ersetzt werden. Füllen Sie zunächst nur ca. 50% des Wasser ein, damit Sie in Ruhe den Riffaufbau mit lebenden Steinen machen können. Lassen Sie sich Zeit mit dem Aufbau; er sollte stabil und abwechslungsreich mit vielen Höhlen, Überhängen, Riffpfeilern und Sandflächen sein. Nach dem Aufbau und der endgültigen Befüllung kann der Bodengrund in einer dünnen Schicht (1-2cm) eingebracht werden. Hinter den

lebenden Steinen sollte kein Bodengrund verwendet werden. Nehmen Sie alle Gerät in Betrieb. Die Beleuchtung sollte erst die halbe geplante Zeit laufen. Innerhalb ca. 2 Wochen kann die endgültige Zeit eingestellt werden.

3. Null-Ammonium/Ammoniak-Nitrit

Sobald Ammonium/Ammoniak und Nitrit nicht mehr nachweisbar sind, kann das erste Versuchstier eingesetzt werden. Meist sind Schmieralgen auf den Steinen gewachsen. Keine Angst, die verschwinden wieder. Als erster Versuch sollte ein robustes Tier der Gattung *Sarcophyton* (Lederkoralle) verwendet werden. Wenn dieses Tier sich wohlfühlt und seine Polypen herausstreckt, können weitere robuste Tiere eingesetzt werden: Krustenanemonen, Scheibenanemonen, etc..

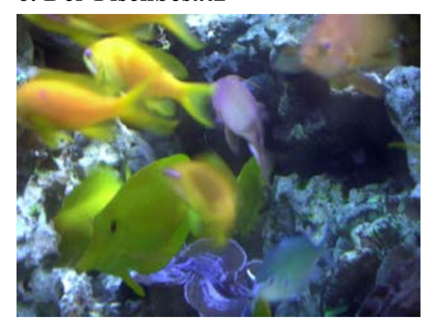
4. Grünalgen erscheinen

Sobald die ersten Grünalgen erkennbar sind (ein leichter grüner Flaum reicht bereits), sollten sehr bald die ersten Algenfresser eingesetzt werden, wie z.B. Seeigel, Einsiedlerkrebse und pflanzenfressende Fische wie Seebader, Doktoren, Borstenmünder, *Salarias* etc. Wird zu lange gewartet, wachsen die Grünalgen zu langen Fäden, die meist nicht mehr von Algenfressern vertilgt werden. - Es sollte in dieser Phase nur sehr wenig gefüttert werden. Die Schmieralgen verschwinden langsam wieder.

5. Die Grünalgen sind im Griff - keine Schmieralgen

Wenn Sie erkennen, dass die Pflanzenfresser die Grünalgen im Griff haben und auch die Schmieralgen größtenteils verschwunden sind, können weitere niedere Tiere und sogar die ersten Steinkorallen (z.B. robuste *Acropora*-Arten, großpolypige Korallen sind schlechte Indikatoren) eingesetzt werden. Sobald auch diese Korallen ihre Polypen herausstrecken und Wachstumsspitzen zeigen, können alle für die Riffaquaristik geeigneten Niederen Tiere eingesetzt werden. Suchen Sie die Tiere sorgfältig aus und ermitteln den geeigneten Standort im Aquarium. Beachten Sie die Größen und die Vernesselungsgefahr. Kaufen Sie nur einwandfreie Tiere. Halb aufgelöste Tiere sind in der Anfangsphase auf keinen Fall überlebensfähig. Achten Sie darauf, dass einige Tiere giftig sind. Der Umgang sollte sehr sorgfältig geschehen.

6. Der Fischbesatz



Der richtige Fischbesatz ist für das biologische Gleichgewicht ausschlaggebend.
Foto: AquaCare

Fühlen sich alle Niederen Tiere wohl und wachsen und auch die bereits eingesetzten Fische zeigen ein natürliches und gesundes Verhalten, können weitere Fische eingesetzt werden. Erhöhen Sie den Besatz nur langsam. Fische sollten gefüttert werden. Die meisten Rifffische - von Jägern einmal abgesehen - sind es von Natur aus gewöhnt, den ganzen Tag bzw. Nacht kleine Häppchen zu fressen. Versuchen Sie, so oft wie möglich kleine Mengen zu füttern. Erhöhen Sie den Besatz erst wieder, wenn die Schadstoffe Nitrat und Phosphat im niedrigen Bereich sind. Sobald die Stoffe sich schnell anreichern, ist die Belastungsgrenze erreicht und kann nur durch erhöhten technischen Einsatz (z.B. größerer Abschäumer) nach oben verschoben werden. Bitte setzen Sie nicht zu viele Fische ein und kompensieren den Schadstoffeintrag durch Hungerzeiten. Nur gut und abwechslungsreich ernährte Fische sind gegenüber Krankheiten stabil und zeigen nur wenige Aggressionen gegenüber Artgenossen oder verwandten Arten. Halten Sie die meisten Fische paarweise, in Trios oder kleinen Gruppen (je nach Art) - die meisten Fische sind ausgesprochen gesellig (wenn sie keinen Kohldampf schieben!!!) und fühlen sich bei Einzelhaft unwohl.

Salzkrusten und Kalkablagerungen



AquaCare GmbH & Co. KG
Am Wiesenbusch 11 - D-45966 Gladbeck - Germany
☏ +49 - 20 43 - 37 57 58-0 • 🖷: +49 - 20 43 – 37 57 58-90
www.aquacare.de • e-mail: info@aquacare.de



Eine Kalkbildung ist natürlich und an vielen Stellen der Erde zu sehen. Im Aquarium aber sind Kalkkrusten unerwünscht und können große Schäden hervorrufen, wenn ihnen nicht gegengewirkt wird.
Bild (AquaCare): Kalksinterterrassen "Mammoth Hot Springs" im Yellowstone National Park, USA

Eigenschaften von Kalk und Salz im Meerwasseraquarium

Meerwasser und zum Teil auch anderer Salzlösungen - insbesondere Kaliumchlorid aus den pH-Messketten - neigen zum "Kriechen". Das heißt, dass im Wasser gelöste Salze durch Öffnungen oder Risse gelangen, ohne das Wasser mit durch die Öffnung kriecht. Als Ergebnis entstehen z.B. an undichten O-Ringen Salzkrusten, die sich mit der Zeit immer weiter vergrößern. Grundsätzlich entstehen diese Salzkrusten an zwar wasserdichten jedoch nicht gasdichten Verbindungen. Nur wenn eine Verbindung gasdicht ist, können Salzkrusten nicht entstehen.

Gelöster Kalk im Meerwasser besteht aus Calcium-Ionen und Hydrogencarbonat-Ionen. Dabei ist die Löslichkeit stark abhängig vom pH-Wert, Temperatur, Druck und Salzgehalt. Sobald die Löslichkeit der Calcium- und Hydrogencarbonationen überschritten wird, fällt festes Calciumcarbonat = Kalk aus. Dieser Vorgang kann leicht während der täglichen pH-Wertschwankungen vonstatten gehen. Auch an Teilen die warm werden (Pumpen) oder unterschiedliche Drücke erzeugen (Pumpen, Abschäumer) bilden sich leicht Kalkkrusten. Auch kalkbildende Organismen unterstützen die Kalkablagerung.



Kalkröhrenwürmchen, Foraminiferen und andere Tiere bilden grazile Strukturen aus Kalk.
Bild:AquaCare

Kalkablagerungen können erhebliche Schäden anrichten. Verkalkte Pumpen können stehen bleiben und durch den Ausfall Schäden bis zum Totalausfall verursachen. Billig Pumpe können verschmoren, wenn Sie stehen bleiben und nicht mehr durch den Wasserstrom gekühlt werden. Besonders kritisch sind Heizstäbe. An ihnen entstehen sehr leicht Ablagerungen (siehe Abbildung), die zu Hitzestau führen. Sind die Heizstäbe nicht gegen Überhitzung geschützt, können sie durchschmoren und einen Kurzschluss erzeugen. Ist die Stromversorgung nicht redundant (mehrere Stromkreise) und wird der Kurzschluss nicht entdeckt (z.B. im Urlaub), ist eine Totalausfall der Meerwassertiere vorprogrammiert.



Ein Heizstab, der nicht regelmäßig gereinigt wird, verkalkt und ...
Bild:AquaCare



... wird letztendlich herstört. Ohne FI-Schalter kann das den Tod für den Aquarianer bedeuten.
Bild:AquaCare

Verhindern von Salzkrusten

Salzkrusten können einfach verhindert werden.

- Sorgen Sie dafür, dass alle Rohrverbindungen gasdicht sind. Wechseln Sie die O-Ringe, wenn diese platt oder porös sind. Fetten Sie die O-Ringe leicht mit Silikonfett oder Vaseline ein.
- Tankdurchführungen sollten unbedingt immer mit Silikon eingeklebt werden (vorher von Fett und Staub befreien). Benutzen Sie nicht die Flachdichtungen, denn mit der Zeit wird Salz durch diese Verbindungen kriechen. Eine undichte Flachdichtung kann normalerweise bei einer Tankdurchführung nicht gewechselt werden.
- Gegenstände, die in Meerwasser hineinreichen (z.B. Turbellen), können ca. 1 cm über der Wasseroberfläche leicht mit Silikonfett eingeschmiert werden.
- Wenn Sie Salzkrusten nass abwischen, trocken Sie die Stellen sehr sorgfältig. Andernfalls kriecht das Salz umso schneller wieder an der feuchten Stellen herauf.

Verhindern von Kalkablagerungen

- Vermeiden Sie allzu starke pH-Wert-Schwankungen. Z.B. tagsüber kann der Kalkreaktor (mit CO_2) betrieben werden, während der Kalkwasserreaktor (mit Calciumhydroxid) nachts läuft. Erhöhen Sie die Karbonathärte auf mindestens 7°dH aber nicht über 12°dH.
- Die Calciumkonzentration sollte nicht über das Optimum von ca. 450 mg/l angehoben werden. Messen Sie regelmäßig die Calciumkonzentration (einmal pro Monat).
- Die Magnesiumkonzentration sollte nicht weit unter 1350 mg/l und nicht wesentlich darüber liegen. Wenn Magnesium nicht optimal im Meerwasser vorhanden ist, neigt Calcium schneller zum Ausfallen aus. Messen Sie regelmäßig die Calciumkonzentration (einmal pro Monat).
- Alle Kalkablagerungen sind nicht zu verhindern:
  - kontrollieren Sie deshalb regelmäßig die drehenden Teile von Pumpen;
  - dimensionieren Sie Rohrleitungen einen Durchmesser größer als notwendig.
  - kontrollieren Sie besonders Heizstäbe regelmäßig



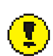
Mit den Jahren bilden sich in meerwasserführenden Rohren Kalkkrusten, die den Rohrleitungswiderstand erhöhen. Können die Rohre nicht ausgebaut und gereinigt werden, sollten sie einen Durchmesser größer gewählt werden, um auch in der Zukunft genügend Durchsatz zu haben.
Bild:AquaCare

Entfernen von Kalkkrusten

Sind Kalkkrusten einmal entstanden, müssen sie entfernt werden. Einige Ablagerungen können einfach abgewischt werden, insbesondere Salz-Kalk-Mischungen. Feste Krusten können jedoch nur mechanisch oder chemisch entfernt werden.

Eine mechanische Entfernung ist nur bei sehr unempfindlichen Oberflächen empfehlenswert. Mit einem harten Werkzeug (z.B. alter Schraubendreher) kann der Kalk abgekratzt werden.

Empfindliche Oberflächen oder sehr verwinkelte Strukturen (z.B. Pumpenläufer) sollten nur chemisch gereinigt werden. Kalk kann leicht und schnell mit Säuren gelöst werden. Geeignet sind Essigessenz (Essigsäure), Ameisensäure, Zitronensäure oder verdünnte Salzsäure. Andere Säuren - insbesondere Schwefelsäure, Phosphorsäure und Salpetersäure - sollten aufgrund des hohen Gefahrenpotentials nicht verwendet werden.



Wenn Sie mit Säuren hantieren, benutzen Sie grundsätzlich Schutzhandschuhe und schützen Sie Ihre Augen. Benutzen Sie nie konzentrierte Salzsäure oder andere anorganische Säure (siehe oben) - selbst das Verdünnen konzentrierter Säuren ist sehr gefährlich, wenn dieses nicht fachgerecht durchgeführt wird. Benutzen Sie keine metallischen Gegenstände: Edelstahlspülen z.B. korrodieren sehr schnell durch Sä

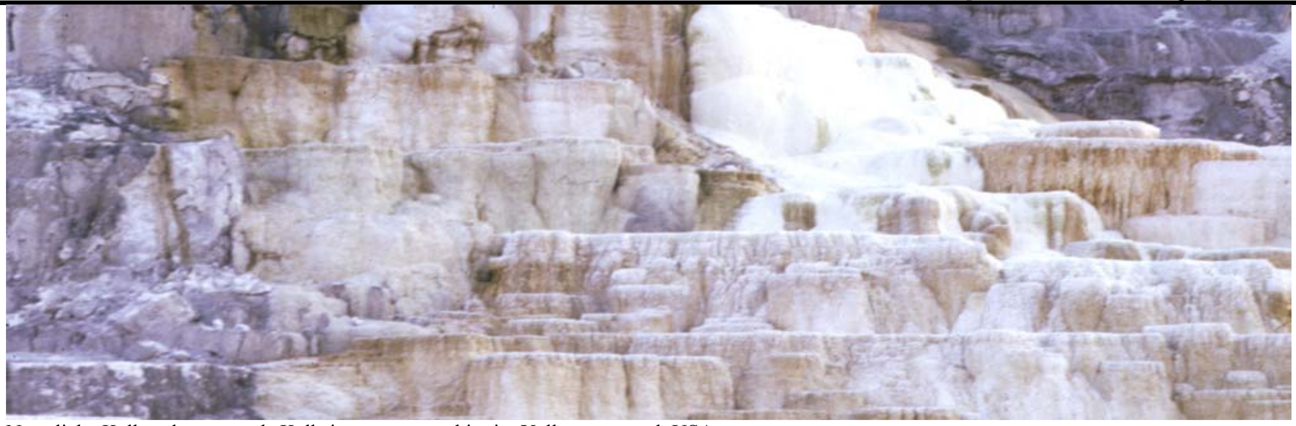
Vor der chemischen Reinigung sollten die Teile grob mit Wasser gereinigt werden. Sobald Sie das verkalkte Teil in die Säure hineingeben, beginnt der Kalk sich aufzulösen. Dabei entsteht Kohlendioxid, das in kleinen Blasen aufsteigt. Sobald keine Blasen mehr aufsteigen, sind alle Kalkablagerungen entfernt. Nehmen Sie die Teile wieder aus dem Säurebad heraus und waschen Sie diese gründlich mit klarem Wasser ab.

Verbrauchte Säure erkennen Sie daran, das verkalkte Teile nicht mehr Blasen erzeugen. Diese verbrauchte Säure kann ohne Bedenken in den Ausguss geschüttet werden.

Gesamthärte / Calcium / Magnesium / Karbonathärte / Säurekapazität



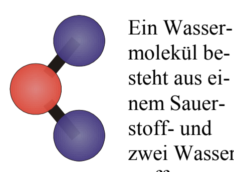
AquaCare GmbH & Co. KG
Am Wiesenbusch 11 - D-45966 Gladbeck - Germany
☏ +49 - 20 43 - 37 57 58-0 • 🖷: +49 - 20 43 – 37 57 58-90
www.aquacare.de • e-mail: info@aquacare.de



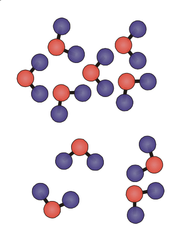
Natürliche Kalkvorkommen als Kalksinterterrassen, hier im Yellowstonepark USA.

Wasser - eine einfache Verbindung?

So einfach wie die Struktur des Wasser aus chemischer Sicht ist, nämlich eine Verbindung aus einem Atom Sauerstoff und zwei Atomen Wasserstoff, so kompliziert sind die Eigenschaften dieser Flüssigkeit.



Ein Wassermolekül besteht aus einem Sauerstoff- und zwei Wasserstoffatomen



Mehrere Wassermoleküle können sich zu Clustern locker zusammenschließen

Im Wasser, dass für die Aquaristik verwendet werden soll, ist eine Vielzahl von Salzen und Gasen gelöst. Diese Substanzen beeinflussen die biologische Brauchbarkeit des Wasser entscheidend.

Eine der wichtigsten Komponenten ist das Härtesystem. Leider gehen die Begriffe, die mit der "Wasserhärte" zu tun haben, in der Literatur und im praktischen Bereich sehr weit auseinander. So ist es wichtig, bevor man über die Härte diskutiert, die verwendeten Begriffe klar zu definieren.

Gesamthärte - Summe Erdalkalien

Unter der Wasserhärte oder Summe Erdalkalien versteht man die Konzentration einer bestimmten Gruppe von Elementen, nämlich die Ionen (geladenen Teilchen) von Magnesium, Calcium und ferner Beryllium, Strontium und Barium. Die zuletzt genannten Stoffe spielen nur als Spurenelement eine Rolle, d.h. sie sind für das Leben notwendig, in höheren Konzentrationen wirken sie jedoch giftig. Die wichtigsten Verbindungen der Wasserhärte sind also Magnesium und Calcium. Die deutsche Härteskala definiert 1°dH mit 10 mg CaO (Calciumoxid) oder mit 7,19 mg/l MgO (Magnesiumoxid). In anderen Ländern sind die Wasserhärten z.T. anders festgelegt: Frankreich 1°fH = 5,6 mg/l CaO, England 1°eH = 8,0 mg/l CaO, USA 1°aH = 9,6 mg/l CaO, GUS 1°H = 1,399 mg/l CaO.

Da bei diesen Werten immer auf Verbindungen zurückgeschlossen wird, die im Wasser normalerweise gar nicht vorhanden sind (Oxide der Erdalkalien), wurde in neuerer Zeit die Ladungen, die die beiden Stoffe Magnesium und Calcium zusammen in der Lösung haben, als Maß benutzt. Dabei entspricht 1°dH einer Ladung von 0,36 mval.

Bei hohen Konzentrationen der Magnesium- und Calciumionen oder bei hohen Gesamtsalzgehalten (z.B. Meerwasser) kann es sein, dass die Stoffe nicht vollständig in der geladenen Form vorliegen und Komplexe oder geladene Komplexe bilden. Die Einheit mval ist somit auch nicht korrekt. Die neueste Einheit "zählt" einfach die Magnesium- und Calciumteilchen - egal in welcher gelösten Form sie vorliegen. Weil aber eine unvorstellbare Anzahl von Teilchen in einem Liter Wasser vorhanden sein kann, hat man definiert, dass 1 mol eine Stückzahl von 602.204.500.000.000.000.000.000 oder $6{,}0 * 10^{23}$ ist, egal ob ein Mol Calcium oder Magnesium vorliegt. Nach dieser Größe "Mol" mit der

	°dH	°fH	°eH	°aH	°H	mval/l	mmol/l	mg/l Ca	mg/l CaO	mg/l Mg	mg/l MgO
°dH (deutsche Härte)	1	1,786	1,250	1,042	7,118	0,355	0,178	7,118	10,000	4,317	7,158
°fH (französische Härte)	0,560	1	0,700	0,583	3,986	0,199	0,099	3,986	5,600	2,417	4,009
°eH (englische Härte)	0,800	1,429	1	0,833	5,695	0,284	0,142	5,695	8,000	3,453	5,727
°aH (amerikanische Härte)	0,960	1,714	1,200	1	6,834	0,341	0,170	6,834	9,600	4,144	6,872
°H (russische Härte)	0,140	0,251	0,176	0,146	1	0,050	0,025	1,000	1,399	0,606	1,006
mval/l	2,815	5,027	3,519	2,933	20,040	1	0,500	20,040	28,040	12,153	20,152
mmol/l oder mol/m3	5,631	10,054	7,038	5,865	40,080	2,000	1	40,080	56,079	24,305	40,304
mg/l Ca	0,140	0,251	0,176	0,146	1,000	0,050	0,025	1	1,399	0,606	1,006
mg/l CaO	0,100	0,179	0,126	0,105	0,715	0,036	0,018	0,715	1	0,433	0,719
mg/l Mg	0,232	0,414	0,290	0,241	1,649	0,082	0,041	1,649	2,307	1	1,658
mg/l MgO	0,140	0,249	0,175	0,146	0,994	0,050	0,025	0,994	1,391	0,603	1

Umrechnungsfaktoren einiger Härteeinheiten

Einheit "mol" entspricht 1°dH einer Magnesium- und/ oder Calciumkonzentration von 0,000178 mol/l oder besser 0,178 mmol/l (Millimol pro Liter).

Zu großer Verwirrung führen die Begriffe permanente oder bleibende Härte, vorübergehende oder temporäre Härte, Nichtkarbonathärte, Sulfathärte u.s.w.. Diese Begriffe sollte nicht mehr benutzt werden. In der Aquaristik interessiert auch nur die Konzentration der wichtigen Mineralien Calcium und Magnesium; die Gegenionen z.B. Sulfat oder Chlorid spielen im Mineralhaushalt nur eine untergeordnete Rolle.



Tropfentests sind einfache Mittel, um die Gesamthärte bzw. Calcium und Magnesium zu testen.

Die in der Aquaristik gebräuchlichen Tropfentest (Titration) zur Bestimmung der "Gesamthärte" (GH) ermitteln die Konzentration der beiden Mineralien Calcium und Magnesium hinreichend genau; die Konzentration wird meist in deutschen Härtegraden °dH angegeben. Wenn in der Aquaristik von Gesamthärte gesprochen wird, sollte grundsätzlich immer die Konzentration der Erdalkalien Magnesium und Calcium gemeint sein.

Karbonathärte - Säurebindungskapazität

Eine weitere wichtige Eigenschaft des Wasser ist der Gehalt an pH-Wert-puffernden Substanzen. Ist das Wasser reich an Pufferstoffen, bleibt der pH-Wert - dieser Wert gibt an, ob das Wasser sauer oder alkalisch ist - konstant. Ist wenig oder keine Pufferkapazität vorhanden, kann der pH-Wert erheblich schwanken und das Wohlbefinden der Aquarientiere beeinträchtigen.



Typisches Bild eines Weichwasseraquariums.

Die alte Einheit °KH (Karbonathärte) bringt zusätzliche Verwirrung. Definiert ist die Karbonathärte als der Anteil des Calciums und Magnesiums, der als Hydrogencarbonat vorliegt. Die interessierende Komponente für das Puffervermögen ist aber (fast) nur das Hydrogencarbonat - unabhängig davon, ob Calcium/ Magnesium als Gegenionen vorhanden sind oder nicht. Die Aquarianer benutzen normalerweise Tropfentest, bei der die Pufferkapazität direkt gemessen wird. Der erhaltene Wert in °KH beurteilt das Vermögen, den pH-Wert bei Säure- oder Laugenzugabe konstant zu halten. Der neuere Begriff "Säurebindungskapazität bis pH 4,3" beschreibt genau dieses Verhalten. Die Einheit der Säurebindungskapazität wird in mmol/l oder mol/m^3 ausgedrückt.

1°KH = 0,357 mmol/l HCO_3 (Alkalinität)
1°KH = 21,78 mg/l HCO_3
1°KH = 17,86 mg/l $CaCO_3$

Normalerweise wird in der Aquaristik mit dem Begriff Karbonathärte gearbeitet - obwohl die Säurebindungskapazität gemeint ist. Unter Karbonathärte wird eigentlich der Anteil der Magnesium- und Calciumverbindungen, der als Hydrogencarbonation (HCO_3^-) vorliegt, verstanden. Wenn aber nur geringe Konzentrationen von Magnesium oder Calcium im Wasser bei gleichzeitig hohem Hydrogencarbonatgehalt vorliegen, ist die Pufferkapazität hoch, die Karbonathärte laut Definition aber gering. Für aquaristische Zwecke sollten die Begriffe Karbonathärte und Säurebindungskapazität oder Säurebindungsvermögen synonym verwendet werden. Dieser Handhabung schließt sich AquaCare an.

Das Weichwasseraquarium

Das Weichwasseraquarium beherbergt viele der bekanntesten Aquarienfische. Der "König" der Fische der Diskus, die meisten Salmler u.a. der Neon und viele mehr. Voraussetzung für die Haltung von Weichwasserfischen ist, dass Karbonat- und Gesamthärte niedrig sind. Die Karbonathärte sollte von 0 bis ca. 3°KH liegen die Gesamthärte etwas höher, um genügend Mineralien zur Verfügung zu stellen. Der wichtigste Wert im Weichwasseraquarium ist jedoch der pH-Wert. Er sollte im sauren bis leicht sauren Bereich bei pH 4,5-6,5 liegen. Vorteilhaft für das Wohlbefinden der Fische ist oft eine Zugabe von Huminstoffen (Schwarzwasserbiotop). Diese Stoffe wirken pH-Wert-senkend und bakterienhemmend. Gerade Fische aus Schwarzwassergebieten haben oft nur unzureichende Abwehrmaßnahmen gegen bakterielle Infektionen.

Meist steht der Aquarianer vor dem Problem, dass das zur Verfügung stehende Leitungs- oder Brunnenwasser zu hart bzw. der pH-Wert zu hoch ist. Abhilfe kann mit Verschnitt von Regenwasser (s.u.), durch Be-

handlung mit Ionenaustauschern (s.u.) oder durch Umkehrosmose (s.u.) geschaffen werden.



Vollautomatische Umkehrosmoseanlage zur Erzeugung von sehr weichem Wasser.

Zu weiches oder zu saures Wasser kann mit Calciumcarbonatgranulat (s.u.) oder chemischen Präparaten (s.u.) behandelt werden. Bei kleinen Becken hat sich die Zugabe von Härtebildner (flüssig oder pulverförmig) durchgesetzt, bei größerem Wasserverbrauch kann direkt hinter der vorhandenen Wasseraufbereitungsanlage ein Mineralienfilter, der zugleich aufhärtet, nachgeschaltet werden, so dass immer eine gleichmäßige Wasserqualität zur Verfügung steht.

Das Süßwasser-Gesellschaftsbecken

Der bei Hobbyaquarianern weit verbreitete Aquarientyp ist das Gesellschaftsbecken. Meist werden in diesen Becken Fische aus unterschiedlichen Kontinenten und Biotoptypen gehalten. Von den Wasserwerten sollte der pH-Wert um den Neutralpunkt von 7 liegen, Karbonat- und Gesamthärte von ca. 2 bis 8. Bei hohen Karbonatwerten und üppigen Pflanzenwuchs kann meist auf eine CO_2-Düngung, die ebenfalls pH-Wert-stabilisierend wirkt, nicht verzichtet werden. Ohne diese Maßnahme steigt der pH-Wert meist auf über 8-9 an. An der Wasseroberfläche bilden sich am Beckenrand Kalkablagerungen - biogene Entkalkung. Außerdem steigt die Gefahr einer Ammoniakvergiftung.

Das Ostafrikanische Barschbecken (Malawi-, Tanganjika-, Viktoriasee)

Die Seen des ostafrikanischen Grabensystems stellen aquaristisch eine Ausnahme dar. Das Wasser reagiert basisch, d.h. der pH-Wert liegt über 7, nämlich bei ca. 8,5. Der Elektrolytgehalt - die Summe der gelösten Salze - ist hoch, spielt aber bei der Hälterung der Fische keine entscheidende Rolle. Wichtig ist der hohe pH-Wert, der am leichtesten durch die Filterung über ein Calciumcarbonatgranulat oder Calcium-Magnesiumgranulat zu verwirklichen ist. Ebenfalls möglich ist die Zugabe von Härtbildner (chemische Pulver- oder Flüssigpräparate; z.B. AquaCare-Lösung Hydrogencarbonat / KH-plus) - besonders beliebt bei kleinen Becken. Direkt hinter einer Wasseraufbereitungsanlage kann ein Aufhärtungsfilter (Mineralienfilter) mit Kohlendioxidanschluss montiert werden.



Ein typische Steinkorallenaquarium mit vielen kleinpolypigen Korallen (SPS).

Das Meerwasserbecken ohne Kalk-bildende Organismen

Ein relativ neuer Bereich der Aquaristik ist die Meerwasseraquaristik. Die Anforderungen an Filterung, Beleuchtung, Wasserströmung und nicht zuletzt an die Wasseraufbereitung sind sehr hoch. Der pH-Wert des Meerwasser liegt bei ca. 8,1 bis 8,4 mit geringen Schwankungen von ca. 0,2. Damit der pH-Wert während des Tages konstant bleibt, muss das Meerwasser stark gepuffert sein. In einem Meerwasseraquarium, in dem hauptsächlich Algen und/oder nicht kalkbildende Organismen gehältert werden, reicht es oft, dass das verdunstete Wasser mit aufgehärtetem Umkehrosmosewasser Wasser nachgefüllt und beim Wasserwechsel ein karbonathärtereiches Meersalz verwendet wird. Auch chemische Präparate (flüssig oder pulverförmig, z.B. AquaCare Pflegelösung V1 (Hydrogencarbonat / KH-plus) in Kombination mit V2 (Calcium / Gesamthärte-plus).

Aquarientyp / **Methode**	Weich-wasser-aquarium klein	Weich-wasser-aquarium groß	Gesell-schafts-becken klein	Gesell-schafts-becken groß	Ostafrika-nisches Buntbarsch-becken klein	Ostafrika-nisches Buntbarsch-becken groß	Meer-wasser-becken klein	Meer-wasser-becken groß	Riff-aquarium klein	Riff-aquarium groß
nur Regenwasser	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
nur Vollentsalzung (VE), Umkehrosmose (RO)	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
VE, RO mit Mineralienfilter	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
VE, RO mit Mineralienfilter und CO2-Anschluß	-	-	±	±	+	+	+	+	+	±
zusätzlich Kalkreaktor	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
chemische Präparate (Härtebildner)	-	-	+	+	+	+	+	±	+	±
Calciumcarbonatgranulat im Biofilter	-	-	+	+	+	+	+	+	±	±

Möglichkeiten zur Wasseraufbereitung einiger Aquarientypen: (+) gut geeignet, (-) nicht geeignet, (±) bedingt geeignet

Das Riffaquarium

Das Riffaquarium konnte erst mit der Entwicklung von leistungsstarken Leuchten und einer effektiven Filterung/ Abschäumung verwirklicht werden. Folge der hohen Beleuchtungsstärken ist eine intensive Photosynthese, die wiederum Pufferkapazität verbraucht. Außerdem gibt es im Riffaquarium eine Vielzahl von kalkbildenden Organismen, die zusätzlich an der Pufferkapazität (Karbonathärte) zehren. Wenn nicht beträchtliche Mengen am Tag von außen an Hydrogencarbonat zugeführt wird, fällt die Karbonathärte schnell unter 5-7°dH. Die natürliche Oberflächenkonzentration von Meerwasser beträgt 6...7°dH / 2,15...2,50 mmol/l. Bei zu niedrigen Werten ist die Folge ein zu stark schwankender pH-Wert und eine Unterversorgung der "Kalkorganismen".



Wachsende Niedere Tiere sind heute eine Selbstverständlichkeit in der modernen Riffaquaristik.

Die Karbonathärte kann am gleichmäßigsten und effektivsten mit einem Kalkreaktor nachgeliefert werden. Die Anschaffung eines solchen Gerätes lohnt sich jedoch nur bei großen Aquarien ab ca. 500 Litern Volumen oder wenn die Tiere sehr viel gelösten Kalk verbrauchen. Bei kleineren Becken kann entweder aufgehärtetes Umkehrosmosewasser, ein kalkreiches Meersalz oder eine Beimengung von Aufhärtpräparaten (GH als Calcium + KH) verwendet werden. Die Verwendung von "Kalkwasser" ist eine andere Möglichkeit bei der jedoch sehr auf die Handhabung geachtet werden muss, da sonst sehr hohe pH-Wertschwankungen die Folge sind.

Verschnitt mit Regenwasser oder anderen Weichwässern

Steht dem Aquarianer für seine Zwecke zu hartes Wasser zur Verfügung gibt es mehrere Möglichkeiten, die Härte zu reduzieren. Die früher gebräuchlichste Methode war das Verschneiden mit Regenwasser oder mit weichem Quellwasser.

Zu beachten bei dieser Methode ist, dass sowohl das harte Wasser als auch das weiche Verdünnungswasser frei von Schadstoffen sein müssen. Sind unerwünschte Ionen wie Nitrat oder Kieselsäure vorhanden, sollte das Wasser mit einem stark saueren Anionentauscher behandelt werden (pH-Wertverschiebungen!). Sind zusätzlich noch organische Stoffe in den Wässern, kommt man um eine langsame Filterung über eine gute Aktivkohle nicht herum (ca. 100 Liter Wasser pro Tag und Liter Aktivkohle).



Blockfilter: Aktivkohle in Blockform ermöglichen eine gute Reinigung des Ausgangswasser.

Ionenaustauscher zur Enthärtung oder Vollentsalzung

Ionenaustauscher können dem Wasser bestimmte Stoffe entnehmen und geben dafür andere ab. Ein Anionenaustauscher tauscht Anionen (negativ geladene Stoffe) wie Nitrat (NO_3^-), Sulfat (SO_4^{2-}), Phosphat (PO_4^{3-}) oder Kieselsäure (SiO u.a.) gegen Chlorid (Cl^-) oder Hydroxylionen (OH^-) aus, ein Kationenaustauscher positive Ionen (Kationen) wie Calcium (Ca^{2+}), Magnesium (Mg^{2+}) gegen Natrium (Na^+) oder Protonen (H^+). Werden beide Ionenaustauscher (H^+-Form, OH^--Form) hintereinander oder gemeinsam (Vollentsalzer) benutzt, verbinden sich die freigewordenen Protonen und Hydroxylionen zu Wasser. Als Ergebnis ist die Gesamtleitfähigkeit (Summe der Ionen) gesenkt. Mit schwach saueren und basischen Vollentsalzer können Leitfähigkeiten von ca. 10 µS/cm erreicht werden, mit stark saueren bzw. basischen Leitfähigkeiten von unter 0,1 µS/cm.

Umkehrosmose zur Enthärtung und zur Verringerung von Schadstoffen

Die Umkehrosmosetechnik ist eine einfach zu handhabende und effektive Wasseraufbereitungsmethode. Neben einer weitgehenden Entsalzung werden ebenfalls Pestizidrückstände und andere organische Stoffe zurückgehalten.

Mit Hilfe des Wasserleitungsdrucks von ca. 3-5 bar (oder mehr) wird das Wasser durch eine semipermeable (halbdurchlässige) Membran gedrückt. Schadstoffe, Bakterien, Viren, Algen und Ionen (Salze) werden je nach Wasserleitungsdruck und Membranqualität bis zu 98% zurückgehalten.

Damit die Membran, die unbedingt in Mitteleuropa aus Kunststoff sein muss, nicht zu schnell verstopft, müssen die zurückgehaltenen Schadstoffe mit dem Abwasserstrom abtransportiert werden. Zur Lebensverlängerung der wertvollen Membran sollte eine Umkehrosmoseanlage regelmäßig gespült werden. Nicht zu vergessen ist der Schutz vor Chlor und Schwebteilchen mittels Vorfilter (Aktivkohle und Feinfilter).

Pulverförmige oder Flüssigpräparate zur Erhöhung der Härte

Wenn die Wasserhärte aus der Leitung nicht ausreicht oder wenn nur spezifisch die Härte im Aquarium (Meerwasseraquarium) erhöht werden muss, bieten sich bei kleinen Becken pulverförmige oder flüssige Präparate an. Die geläufigste Form der chemischen Präparate zur Erhöhung der Gesamthärte bestehen aus Calciumchlorid bzw. Magnesiumchlorid. Die Karbonathärte wird z.B. mit Natriumhydrogencarbonat erhöht.

Zu beachten ist, dass mit diesen Präparaten nicht nur GH und KH erhöht werden, sondern dass zusätzlich die Ionen Natrium und Chlorid eingetragen werden. Es muss deshalb darauf

geachtet werden, dass ein regelmäßiger Wasserwechsel durchgeführt wird, um eine sogenannte Aufsalzung bzw. Ionenverschiebung zu verhindern. Im Meerwasseraquarium sollte mindestens 1% pro Monat des Meerwassers ausgetauscht werden (beachten Sie dabei auf jeden Fall die Hinweise der Meersalzhersteller). In Süßwasseraquarien kann bis zu 20% pro Woche ausgetauscht werden - bei Zuchtansätzen noch mehr.

Die Ionenverschiebung kann durch die Zugabe von Mineralsalzen verzögert werden.

Sollen Pflanzen (Süßwasseraquarium) gut wachsen, muss bei weniger Austausch pro Woche unbedingt ein Spurenelementpräparat zudosiert werden, damit die Pflanzen keine Mangelerscheinungen aufweisen. Eisen sollte in jedem Fall zudosiert werden, da im Trink- oder Umkehrosmosewasser normalerweise zu wenig davon enthalten ist.

Calciumcarbonatgranulat: Mineralisierungsfilter - Biofilter - Kalkreaktor

Das Calciumcarbonat von AquaCare ist eine reines Naturprodukt, das vor vielen Millionen Jahren auf dem damaligen Meeresgrund entstand. Es besteht zu 99,5% aus Calciumcarbonat, der Rest aus Elementen, die in Spuren in jedem Aquarium vorhanden sein sollten.



Das AquaCare *Turbo*-Ca-Granulat ist rund und sehr gut löslich.

Bei pH-Werten unter 8,2 reagiert das schwerlösliche Calciumcarbonat mit Säure zu Calciumionen (Gesamthärte) und Hydrogencarbonationen (Karbonathärte):

$$CaCO_3 + 2\,H^+ \Rightarrow Ca^{2+} + 2\,HCO_3^-$$

Es besitzt somit ideale Puffereigenschaften für Meerwasseraquarien und Becken mit ostafrikanischen Buntbarschen (Malawi- und Tanganjikasee). Umkehrosmosewasser oder andere Weichwässer werden durch Calciumcarbonatgranulat mit wichtigen Mineralien versorgt.

Mineralisierungsfilter

Das Reinwasser einer Umkehrosmoseanlage oder Vollentsalzungsanlage ist für die viele aquaristischen Zwecke zu weich, um unbehandelt eingesetzt zu werden.

Der AquaCare Mineralisierungsfilter wird direkt hinter eine Umkehrosmoseanlage geschaltet, so dass das Reinwasser durch diesen Filter fließt. Im Gegensatz zu gelösten Salzen gelangt Kohlendioxid des Leitungswassers ungehindert durch die Umkehrosmosemembran und säuert nach der Gleichung

$$CO_2 + H_2O \Leftrightarrow H_2CO_3$$

Kohlendioxid + Wasser ⇔ Kohlensäure

das Reinwasser an. Da im Reinwasser kaum Puffersubstanzen vorhanden sind, liegt der pH-Wert des Reinwassers meist weit unter 7. Gelangt das Reinwasser an das Calciumcarbonat im Mineralisierungsfilter löst es das Material an:

$$H_2CO_3 + CaCO_3 \Leftrightarrow Ca^{2+} + 2\,HCO_3^-$$

Kohlensäure + Calciumcarbonat ⇔ Calcium + Hydrogencarbonat

Dieser Prozess verläuft umso intensiver, je wärmer das Wasser ist, je langsamer das Wasser durch den Filter läuft, je größer die Oberfläche des Calciumcarbonats (je kleiner die Körnung) und je höher die Kohlendioxidkonzentration ist.

Die Temperatur ist durch den Aufstellort des Mineralisierungsfilters und der Leitungswassertemperatur vorgegeben - es lohnt sich nicht das Wasser extra anzuwärmen.

Die Wassergeschwindigkeit ergibt sich aus der Tagesleistung der Umkehrosmoseanlagen. Über 120 Liter pro Tag sollten zwei 10" Mineralisierungsfilter hintereinander geschaltet bzw. ein Großfilter verwendet werden (besonders bei Benutzung eines Kohlendioxidanschlusses). Um eine möglichst große Oberfläche zu bieten, benutzt AquaCare sehr feines Calciumcarbonatgranulat von 2-3 mm Größe.

Der weit aus wichtigste Faktor ist die Kohlendioxid- bzw. Kohlensäurekonzentration. Wird der AquaCare Mineralisierungsfilter ohne CO_2-Zugabe betrieben, werden durch den CO_2-Gehalt des Leitungswassers Härtegrade von 2-4°KH und GH erreicht - je härter das Leitungswasser, desto mehr CO_2 im Wasser, desto größer der Aufhärtungseffekt im Mineralisierungsfilter.

Für höhere Härtegrade muss zwischen Reinwasserausgang der Umkehrosmose und Mineralisierungsfilter ein Kohlendioxidanschluss montiert werden.

Je mehr CO_2 in den Mineralisierungsfilter geleitet wird, desto saurer wird das Reinwasser, desto besser wird es aufgehärtet. Zur besseren Kontrolle sollte die CO_2-Zufuhr mithilfe eines Blasenzählers kontrolliert werden. Wird zu wenig CO_2 zugegeben, ist die Aufhärtwirkung zu gering. Wird zu viel CO_2 benutzt, wird das Wasser zu sauer und das AquaCare Calciumcarbonat kann die Säure nicht schnell genug puffern. Theoretisch werden pro 1000 Liter aufgehärtetes Wasser ca. 7,9 Gramm (179 mmol) Kohlendioxid je Härtegrad benötigt.

Zusätzlich empfehlen wir ein gutes Rückschlagventil, um zu verhindern, dass Wasser durch den CO_2-Schlauch in die CO_2-Armatur gelangt und diese beschädigt.

Bodengrund oder Filtermaterial im Ostafrika-Biotop

Im Aquarium wird durch einige biologische Reaktionen Säure produziert, die an der Karbonathärte (= temporäre Härte, Konzentration an Bicarbonat, heute: Säurekapazität bis pH 4,3) zehrt. Zum Beispiel wird im ersten Schritt der wichtigen Nitrifikation (Ammoniakoxidation) Säure frei:

$$NH_4^+ + 1\tfrac{1}{2}\,O_2 \Rightarrow NO_2^- + H_2O + 2\,H^+$$

Ammonium + Sauerstoff ⇒ Nitrit + Wasser + Säure

Aber auch beim Abbau von einigen organischen Verbindungen kann Säure entstehen.

Damit die Säure nicht die Karbonathärte langsam abbaut und im Endeffekt den pH-Wert erniedrigen kann und damit den befürchteten Säuresturz verursacht, muss die biologisch gebildete Säure gepuffert werden.

In der Abbildung (unten) ist ein Calciumcarbonat-Steinchen in einem biologisch arbeitenden Filter dargestellt. Die Bakterien, die Säure produzieren, wachsen auf der Oberfläche des AquaCare Calciumcarbonats. Die entstehende Säure gelangt aber nicht in das Wasser, sondern wird sofort durch das Calciumcarbonat gepuffert. Das entstehende Calciumhydrogencarbonat (Bicarbonat) kann z.B. von den Nitrifikanten - autotrophe Bakterien, die Ammonium über Nitrit zu Nitrat oxidieren - wie von den meisten Pflanzen als Kohlenstoffquelle genutzt werden. Das AquaCare Calciumcarbonat erfüllt somit drei wichtige Aufgaben im biologischen Filter:

1. Bakterien können gut auf der rauen Oberfläche des Calciumcarbonats siedeln und ihre Abbautätigkeit aufnehmen.
2. Produzierte Säure wird gepuffert und verhindert das Abfallen der Karbonathärte und des pH-Wertes. Chemische und biologische Abläufe werden stabilisiert.
3. Durch die Säureneutralisierung entsteht Hydrogencarbonat, das von einigen Bakterien (autotrophe) sofort als Kohlenstoffquelle genutzt werden kann und zu guten Wachstumsbedingungen der Mikroorganismen führt.

Der Kalkreaktor

In Meerwasseraquarien wird sehr viel Calcium und Hydrogencarbonat von den sogenannten kalkbildenden Organismen verbraucht. Diese Organismen - z.B. Steinkorallen, Röhrenwürmer, Kalkalgen - verwerten Hydrogencarbonat und Calcium zu Calciumcarbonat, das sie für ihre Kalkbauten (Korallenskelett, Röhren) benötigen. In einem gesunden Meerwasseraquarium kann es passieren, dass die Calcium- und vor allem die Hydrogencarbonatkonzentration innerhalb kurzer Zeit in kritische Bereiche absinken können. Das hat zur Folgen, dass der pH-Wert nicht mehr stabil bleiben kann und die kalkbildenden Organismen nicht mehr wachsen können und früher oder später eingehen oder von Algen überwuchert werden. Es muss immer genügend Karbonathärte und Calcium im Meerwasser vorhanden sind: mindestens 400 mg Calcium und 175 mg Hydrogencarbonat (entspricht 8°KH).

Eine sichere und effektive Methode ist der Kalkreaktor. In ihm wird Calciumcarbonat mit Hilfe von CO_2 in Calciumionen und in Hydrogencarbonationen aufgelöst (siehe Mineralisierungsfilter). Es ist nur darauf zu achten, dass im Kalkreaktor Kohlendioxid angereichert und gut vermischt, aber nur wenig Aquariumwasser durch den Filter gepumpt wird. Sonst kann nämlich der pH-Wert im Aquarium sinken, ohne dass Calcium und Karbonathärte in nennenswerten Mengen zugeführt werden. Außerdem wird durch zu viel freies Kohlendioxid ein Grünalgenwachstum gefördert.

Natürlich kann der Kalkreaktor auch automatisch zur pH-Wert-Kontrolle eingesetzt werden. Dazu wird in die CO_2-Leitung ein Magnetventil gesetzt, dass mit einem pH-Regelgerät verbunden ist. Sobald der pH-Wert unter das eingestellt Limit (z.B. 8,0) fällt, wird die CO_2-Zufuhr gestoppt. So kann jeder Kalkreaktor abgesichert werden und Falscheinstellung der CO_2-Zufuhr löst keine schwerwiegenden Probleme aus.

Eine interne CO_2-Regelung (bei herkömmlichen Reaktoren mit einem CO_2-Regelgerät, beim AquaCare Turbo-Kalkreaktor mit dem speziellen BasiTech-Regler) sorgt dafür, dass das CO_2 optimal genutzt wird und nicht gasförmiges (als Blasen) CO_2 aus dem Reaktor in das Aquarienwasser gelangen kann.

Mit der automatischen Kontrolle des Kalkreaktors können höhere Calcium- und Hydrogencarbonatwerte erreicht werden, als wenn im Aquarium eine CO_2-Düngung eingesetzt und mit Calciumcarbonat im Biofilter gepuffert wird. Vorteilhaft ist die geringere CO_2-Zufuhr des Kalkreaktors im Vergleich zur CO_2-Düngung. Kohlendioxid im Meerwasser führt zu starker Algenbildung, die im Riffaquarium meist unerwünscht ist.

Gerade bei Riffaquarien mit sehr starker Beleuchtung und geringerem Wasservolumen sollte der pH-Wert geregelt werden. In einigen Meerwasseraquarien ohne pH-Regelung sind pH-Schwankungen z.T. sehr stark ausgeprägt und müssen unbedingt verhindert werden (z.B. hohe Toxizität = Giftigkeit von Ammonium/ Ammoniak bei hohen pH-Werten).

Bei Kalkreaktoren ist die Aufhärtleistung begrenzt. Es ist nicht möglich die Maximalleistung durch schnellere Zulauf zu erhöhen, ohne das Aquariumwasser anzusäuern. Der AquaCare *Turbo*-Kalkreaktor hat dieses Problem jedoch durch die Neutralisierung des Ablaufwassers gelöst.

Einige biologische und chemische Vorgänge an und mit Calciumcarbonat. Die durchgezogenen Pfeile geben Reaktionswege wieder, die gestrichelten geben die Versorgungswege mit anorganischen Kohlenstoff an.

Methoden zur Erhöhung von Calcium und Karbonathärte im Meerwasseraquarium



AquaCare GmbH & Co. KG
Am Wiesenbusch 11 - D-45966 Gladbeck - Germany
☏ +49 - 20 43 - 37 57 58-0 • 🖷: +49 - 20 43 – 37 57 58-90
www.aquacare.de • e-mail: info@aquacare.de



Bild: AquaCare

Warum werden Calcium und Hydrogencarbonat benötigt?

Calcium und Hydrogencarbonat liegen im Meerwasser als freie Ionen vor (Calcium zu 88% und Hydrogencarbonat zu 64%, der Rest ist locker gebunden; TARDENT 1993) und werden von den kalkbedürftigen Tieren wie Steinkorallen, Muscheln, aber auch Kalkwürmer, Foraminiferen, Kalkrotalgen und viele mehr für den Aufbau der Kalkschalen bzw. –gerüsten benötigt. Calcium und Hydrogencarbonat werden von den Tieren aufgenommen und mit Hilfe eines chemischen Tricks zu unlöslichem Calciumcarbonat in die Stützstrukturen eingebaut.



Insbesondere schnellwüchsige Steinkorallen benötigen enorme Mengen an gelöstem Calcium und Hydrogencarbonat (oder CO_2).
Bild: AquaCare

Da das Wiederauflösen von festem Calciumcarbonat (Kalk) zu Calcium und Hydrogencarbonat nur sehr gering im Aquarium geschieht, überwiegt die Bildung von festem Kalk.

In jedem Meerwasseraquarium wird Calcium und Hydrogencarbonat („Karbonathärte“) mit der Zeit zum Mangelfaktor. Deswegen müssen diese beiden Stoffe nachdosiert werden. Zur Zeit sind vier erfolgreiche Methoden bekannt.

Warum muss die Magnesiumkonzentration stimmen?

Um überhaupt den Calciumwert anheben zu können, muss die Konzentration des Magnesiums stimmen. Liegt diese weit unter dem Normalwert von 1300-1350 mg/l kann Calcium nicht angereichert werden. Sobald man Calcium – in welcher Form auch immer – in das Wasser gibt, verschwindet es wieder: Calcium fällt zu unlöslichen Verbindungen aus. Ist jedoch Magnesium in ausreichendem Maße vorhanden, blockiert es diesen Fällungsprozess – Magnesium ist ein Calcium-Fällinhibitor.

CO_2-Injektion

Diese Methode stellt den Korallen das benötigte CO_2 direkt und nicht über den "Umweg" Hydrogencarbonat (ein Teil der Karbonathärte KH) zur Verfügung. Der Nachteil ist der sehr niedrige pH-Wert im Aquarium (bis 7,5), der bei gleichzeitigem Angebot von Nitrat und Phosphat eine Fadenalgenplage verursacht. Für das Einbringen von CO_2 kann ein CO_2-Reaktor benutzt werden. Diese Methode ist unserer Meinung nur für spezielle Zuchtsysteme geeignet und sollte nur vom Fachmann benutzt werden. Es muss zusätzlich Calcium in einer der unten beschriebenen Form zudosiert werden.

Calciumchlorid - Natriumhydrogencarbonat (Methode nach BALLING)

Bei dieser Methode werden beide Mangelfaktoren einzeln zudosiert (z.B. AquaCare Pflegelösungen V1 und V2). Diese Methode eignet sich vor allem für kleine Aquarien oder wenn ein Wert - meist Karbonathärte - sinkt (unter 5-7°KH) während der andere Wert - Calcium (400 bis 450 mg/l) - im optimalen Bereich ist. Für größere Aquarien ist die Lösung zu teuer.



Der Gelöstkalkbedarf eines solchen gewaltigen Tieres ist nicht mehr mit der BALLING-Methode bezahlbar.
Bild: AquaCare

Auch wird von einigen Autoren vor der mit dieser Methode auftretenden Ionenverschiebung gewarnt. AquaCare hat jedoch nie negative Erscheinungen erkennen können - vorausgesetzt ein regelmäßiger Teilwasserwechsel von mindestens 1-5% pro Monat wird vorgenommen. Zur Vorbeugung der Verschiebung kann gleichzeitig das AquaCare Mineraliensalz zugefügt werden. Der pH-Wert wird mit dieser Methode stabilisiert. Mit Dosierpumpen kann die Zugabe leicht automatisiert werden.

Sollte die Karbonathärte dennoch abfallen kann alternativ der AquaCare Super Puffer oder ein Kalkreaktor benutzt werden.



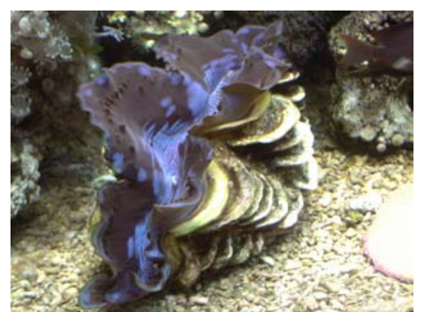
Ein Kalkwasserreaktor (Kalkmixer) in Kombination mit einer Nachfüllautomatik ist eine praktische Methode, um Kalkwasser automatisch dem Aquariumwasser zuzuführen.
Bild: AquaCare

Kalkwasser (Methode nach WILKENS)

Mit dieser Methode wird Calcium in Form von Calciumoxid oder Calciumhydroxid dem Wasser zugegeben. Voraussetzung ist ein Abschäumer mit sehr hohem Lufteintrag, der Kohlendioxid aus der Luft in das Wasser überführt. Alternativ muss mit einer Kohlendioxiddüngung (CO_2-Injektion) gearbeitet werden. Nachteile der Kalkwassermethode sind der sehr hohe pH-Wert, ein erhöhter Arbeitsaufwand und die geringe Haltbarkeit der Lösung. Vorteile sind die gleichzeitige Fällung von überschüssigem Phosphat aus dem Aquariumwasser und die geringeren Kosten. Ein Automatisierung ist wieder aufwendig, da ein Kalkwasserreaktor installiert werden muss.

Kalkreaktor mit Kohlendioxidzufuhr

Diese elegante Methode löst Kohlendioxid in einem Reaktionsgefäß, so dass der pH-Wert in diesem Reaktionsraum stark abfällt (pH<6,0). Das saure Wasser kann Calciumcarbonatgestein oder Korallenbruch anlösen, so dass Calcium und Karbonathärte an das Wasser abgegeben wird. Vorteil der Methode ist die einfache Automatisierung (Kalkreaktor). Nachteil ist bei falscher Einstellung ein zu hoher Kohlendioxideintrag in das Meerwasseraquarium, so dass Fadenalgen sich explosionsartig vermehren können.



Riesenmuscheln benötigen ebenfalls hohe Mengen an Gelöstkalk.
Bid: AquaCare

Soll der Kalkreaktor mit hoher Sicherheit betrieben werden, ist eine interne pH-Regelung, die die Kohlendioxidzufuhr steuert, unumgänglich. Die pH-Messketten müssen aber regelmäßige gewartet werden. Der Zulauf des Aquariumwasser ist bei vielen Modellen nicht leicht einstellbar, so dass eine Dosierpumpe notwendig wird. Phosphat im Aquariumwasser wird nicht mit dieser Methode gefällt.



Durch Verwendung eines Spezialgranulat (AquaCare *Turbo*-Granulat) kann die Leistung eines jeden Kalkreaktors erhöht werden.
Bild: AquaCare

Der *Turbo*-Kalkreaktor

Der *Turbo*-Kalkreaktor ist eine Weiterentwicklung der herkömmlichen Kalkreaktoren. Die Effektivität des Calciumcarbonatlöseprozesses wurde drastisch erhöht; es bilden sich dank der extremen Wasserzirkulierung keine Kanäle im Granulatrohr; die Kohlendioxidzufuhr wird ohne pH-Wert-Steuerung automatisiert und damit sicher gemacht; die Kohlendioxidzufuhr ist durch einen integrierten Blasenzähler sichtbar; durch eine Neutralisierungsstufe wird der pH-Wert des Ablaufes auf mindestens 7,0 bis 7,3 angehoben mit der Folge, dass die Kohlendioxidkonzentration im Ablaufwasser um ca. 80% verringert wurde; der Wasserzulauf kann leicht durch ein Schauglas kontrolliert und mit Hilfe des Kugelhähnchens eingestellt werden. Für den Betrieb wird eine Luftpumpe und eine Zulaufpumpe benötigt.

Kombination der Methoden

Leider hört man bei diesem Thema immer wieder falsche Tatsachen, die meist auf Grund Unwissenheit oder falscher Anwendung entstanden sind. Grundsätzlich sind alle Methoden miteinander kombinierbar. Es sollte nur darauf geachtet werden, dass die Methoden entweder zu unterschiedlichen Zeiten (zeitliche Trennung) oder an unterschiedlichen Stellen im Aquarium bzw. Filterbecken (räumliche Trennung) durchgeführt werden. So dürfen z.B. die Ausläufe von Kalkreaktor und Kalkwasserreaktor nie zusammengeführt werden, weil dann sofort unlöslicher Kalk ausfällt.Unsere Empfehlung für das normale Riffaquarium: die Kombination von Turbo-Kalkreaktor und Kalkwassermethode vereinigt alle chemisch-biologischen Vorteile der Methoden. Denn der Nachteil des Kalkreaktors - Erniedrigung des pH-Wertes - wird durch die Kalkwasserzufuhr (erhöht den pH-Wert) kompensiert. Der Nachteil des Kalkwasserreaktors (produziert fast keine Karbonathärte) wird hingegen durch den Kalkreaktor (produziert Karbonathärte) kompensiert.

Wenn ein Wert abweicht (z.B. Karbonathärte ist im optimalen Bereich, aber Calcium ist viel zu niedrig) kann dieser eine Wert z.B. mit der halben BALLING-Methode (nur die Calciumkomponente) separat erhöht werden. Man sollte aber immer beachten, dass die Magnesiumkonzentration ebenfalls im optimalen Bereich liegt.

Auch bei diesem Thema gilt grundsätzlich: jede Änderung sollte nur langsam durchgeführt werden! Es hat keinen Sinn, einen Wert, der seit langer Zeit zu niedrig ist, schnell ins Optimum zu erhöhen.



Der AquaCare *Turbo*-Kalkreaktor: wahrscheinlich das leistungsstärkste System auf dem Mark.
Bild: AquaCare

Methoden zur Kalkwasserdosierung



AquaCare GmbH & Co. KG
Am Wiesenbusch 11 - D-45966 Gladbeck - Germany
☏ +49 - 20 43 - 37 57 58-0 • 🖷: +49 - 20 43 – 37 57 58-90
www.aquacare.de • e-mail: info@aquacare.de



Eine gute Calciumversorgung ist eine Voraussetzung für üppiges Steinkorallenwachstum. Bild: AquaCare

Was ist Kalkwasser?

Kalkwasser ist eine sehr alte, ursprünglich in der Klärtechnologie entwickelte Methode, die von PETER WILKENS für die Meerwasseraquaristik beschrieben wurde. Um Kalkwasser herzustellen wird Calciumhydroxid (Calciumoxid ist ebenfalls möglich, hat aber schlechtere Eigenschaften beim Handling) in möglichst reinem Wasser (Umkehrosmosewasser) aufgelöst. Calciumhydroxid löst sich sehr schnell aber nur in geringen Mengen in Wasser (bei 20°C nur 0,17 g/l; bei wärmerem Wasser weniger!).



Frisch aufgeschlämmte Kalkmilch (rechts) und nach ca. 20 min. Wartezeit (links): unten hat sich die weiße Kalkmilch (Calciumhydroxid-Wasser-Gemisch) abgesetzt, darüber befindet sich das trübe Kalkwasser, dass in das Aquarium getropft werden kann. Bild: AquaCare

Der pH-Wert des frischen, gesättigten Kalkwassers liegt je nach Temperatur zwischen 12 und 13. Somit ist Kalkwasser sehr basisch und deshalb nicht ungefährlich. Kalkwasser sollte grundsätzlich mit der gebotenen Vorsicht behandelt werden. Kinder dürfen nie an Calciumhydroxid oder Kalkwasser gelangen. Gelangt Kalkwasser in die Augen gibt es schwere Verätzungen. Wird nicht sofort mit viel klarem Wasser gespült, können dauerhafte Schäden entstehen.

Der hohe pH-Wert hat noch einen Nachteil. Steht Kalkwasser in einem offenen Gefäß kann Kohlendioxid aus der Luft schnell in das Kalkwasser gelangen und senkt den pH-Wert und vor allem die gelöste Calciumkonzentration. Kalkwasser kann innerhalb 1-2 Tage unbrauchbar werden. Deshalb muss immer mit frisch angesetztem Kalkwasser oder mit einem gasdichten Kalkwasserreaktor gearbeitet werden.

Welche Vorteile hat Kalkwasser?

Wenn Kalkwasser schnell in das Aquariumwasser gelangt, wird der pH-Wert des Aquariumwasser ebenfalls schnell angehoben. Um das zu Verhindern, sollte das Kalkwasser nur tropfenweise in das Aquarium oder Filterbecken gelangen (ungefähr 1 Tropfen pro Sekunde und 100 Liter Aquaruminhalt). An der Eintropfstelle bildet sich zeitweise ein sehr hoher pH-Wert, der die sogenannte Phosphatfällung ermöglichen. Dabei bildet sich aus den eintropfenden Calciumteilchen und den im Aquariumwasser vorliegenden Phosphatteilchen eine feste unlösliche Verbindung - das Calciumphosphat. So wird langsam das meist überschüssige Phosphat aus dem Aquarium entfernt. Bei sehr starker Fütterung der Tiere reicht dieses Methode jedoch nicht aus.

Wenn die Kalkwassermethode angewendet wird, steigt der pH-Wert bei ausreichender Karbonathärte um durchschnittlich 0,1 bis 0,2 pH-Stufen an. Diese leichte pH-Wert-Erhöhung verschiebt das Kohlendioxid-Kohlensäure-Hydrogencarbonat-Carbonat-Puffersystem leicht in Richtung Carbonat. Auf der anderen Seite liegt somit weniger freies Kohlendioxid und Kohlensäure vor. Diese beiden Formen des Kohlenstoffs können in überdüngten Aquarien (Nitrat, Phosphat, Eisen) ein erhöhtes Grünalgenwachstum verursachen. Wird also Kalkwasser verwendet, ist die Gefahr einer Grünalgenplage geringer.

Gefahren durch Kalkwasser

Kalkwasser hat wie alle Methoden auch Nachteile. Liegt im Aquarium bereits ein sehr hoher pH-Wert - über 8,3-8,4 - vor, sollte auf die Kalkwasserzugabe verzichtet werden, um nicht in einen gefährlichen pH-Bereich vorzudringen und die Tiere zu schädigen oder gar töten.

In sehr nährstoffarmen Aquarien (Steinkorallenaquarien mit sehr wenigen Fischen und geringer Fütterung) kann durch die Kalkwasserzugabe das sehr knappe Phosphat zum

Mangelfaktor werden. In dem Fall kann nur durch eine verstärkte Zugabe von Phosphat - ob nun indirekt durch stärkere Fütterung oder direkt durch Phosphat enthaltene Chemikalien - ein Minimumwert von 0,05 mg/l eingehalten werden. Eine direkte Phosphatversorgung der Steinkorallen und Muscheln kann ebenso durch Verfütterung von Plankton erreicht werden. Genau das passiert in gesunden Korallenriffen, in den der Phosphatgehalt meist weit unter 0,05 mg/l liegt.



Insbesondere Heizungen, Pumpen und Wärmetauscher neigen bei hohen Calciumkonzentrationen und Karbonathärten im Wasser unlösliche Kalkschichten zu bilden, die Schäden verursachen können. Bild: AquaCare

Während der Kalkwasserzugabe kann ebenfalls Kalk ausfällen. Deshalb ist es äußerst wichtig, das das Kalkwasser nicht in die Nähe von Pumpenansaugstutzen eingetropft wird. Im Inneren der Pumpe kommt es nämlich zu verstärkter Kalkbildung, die die Pumpe vorzeitig zum Stillstand bringt. Auch sollte das Wasser eines Kalkreaktors nicht in der Nähe der Kalkwassertropfstelle zulaufen.

Wird Kalkwasser als einzige Methode zur Kalkversorgung des Aquariums benutzt, kann es leicht zur Unterversorgung mit Karbonathärte kommen. Sollte die Karbonathärte unter 7°dH fallen, muss unbedingt eine Gegenmaßnahme ergriffen werden (Kalkreaktor, KH-plus, Super Puffer).

Kalkreaktor, Kalkwasser und Karbonathärtebildner

Leider wird oft behauptet, dass sich Kalkwasser und Kalkreaktor gegenseitig ausschließen. Dies passiert nur, wenn das Wasser des Kalkreaktors an der gleichen Stelle wie das Kalkwasser eintropft. Dann fällt Calciumcarbonat (also fester Kalk) aus und steht nicht mehr den kalkbedürftigen Tieren zur Verfügung. Liegen beide Ausläufe weit genug von einander entfernt, hat die Kombination von Kalkwasser und Kalkreaktor nur Vorteile.

Einerseits wird das durch den Kalkreaktor eingebrachte Kohlendioxid / Kohlensäure durch das Kalkwasser teilweise neutralisiert (pH-Werterhöhung), andererseits wird der durch die Kalkwasserzugabe verursachte Karbonathärtemangel durch den Kalkreaktor ergänzt. Wenn der Kalkreaktor tagsüber läuft (vorausgesetzt die Leistung lässt einen stundenweisen Betrieb zu) und das Kalkwasser nachts zugegeben wird, kann der pH-Wert im Aquarium nahezu konstant gehalten werden.

Ebenso können Kalkbildner (z.B. KH-plus, Super Puffer), Calciumlösungen (z.B. Calcium-plus) und Magnesiumlösungen (z.B. Magnesium-plus) zusätzlich verwendet werden. Wenn z.B. die Leistung der verwendeten System zu gering ist oder wenn nur ein Wert (KH oder Calcium) nicht den Normwert erreicht, kann dieser Wert durch Ergänzungsprodukte erhöht werden.

Wie viel Kalkwasser?

Diese Frage ist leicht zu beantworten: das ganze verdunstet Wasser sollte durch frisches Kalkwasser ergänzt werden. Nur bei Aquarien mit sehr hohem pH-Wert (über 8,3 bis 8,4) sollte auf die Kalkwasserzufuhr verzichtet werden. Wenn zu viel Kalkwasser oder Kalkwasser zu schnell in das Aquarium gefüllt wird, kann es zu spontan zu Calciumcarbonat-Ausfälllungen kommen: das Wasser wird sehr trüb (nur wenige cm Sicht). Dieser Vorgang ist für die Tiere nicht schädlich. Wenn dieser Fall auftritt, sollte unverzüglich die Kalkwasserzugabe gestoppt werden. Nach ein paar Stunden wird das Wasser wieder klar. Dann sollten Calcium und Karbonathärte (KH) gemessen werden und gegebenenfalls vorsichtig wieder erhöht werden. Nach einer solchen Calciumcarbonatfällung ist manchmal sogar der Phosphatwert erheblich gesunken.

Manuelle Zugabe von Kalkwasser

Die ursprüngliche Methode, Kalkwasser in das Meerwasseraquarium zu geben, bestand darin, dass täglich die nötige Menge Calciumhydroxid mit Umkehrosmosewasser in einem Behälter angerührt wurde. Nach einer Wartezeit von ca. 1 Stunde, konnte dann der klare Überstand (Kalkwasser) langsam ins Aquariumwasser getropft werden.

Bei dieser manuellen Methode muss darauf geachtet werden, dass der Behälter verschließbar ist, um einen all zu starken Austausch mit der Atmosphäre zu verhindern. Je mehr Kohlendioxid in das Wasser gelangt, desto schneller wird die Kalkwasserlösung unbrauchbar. Während des Dosierens muss allerdings eine kleine Öffnung im Behälter sein (2mm Bohrung reicht), damit das Kalkwasser austreten kann. Das Auslaufventil muss regelmäßig entkalkt werden.

Die manuelle Methode ist recht umständlich, weil das Kalkwasser häufig frisch angesetzt werden muss. Große Behälter, die das Kalkwasser für mehrere Tage aufnehmen könnten, sind sehr umständlich zu bedienen. Auch ist die genaue Einstellung der Tropfenfolge nicht einfach, da einerseits die Eintropfmenge schwer einzuschätzen ist und andererseits die tägliche Verdunstungsrate in Abhängigkeit von Wassertemperatur, Wasserbewegung, Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit und Luftbewegung stark variiert.

Automatische Zugabe von Kalkwasser – der Kalkwasserreaktor / Kalkwassermixer



Der AquaCare Kalkwasserreaktor KWR wälzt die Kalkmilch mit Hilfe einer robusten Pumpe um. Bild: AquaCare

Die automatischen Zugabe von Kalkwasser ist wesentlich bequemer und auch auf längerer Zeit ohne Wartung machbar. Das Prinzip ist ein geschlossener Behälter, in dem die Kalkmilch (ungelöstes Calciumhydroxid in Wasser) ständig oder während der Kalkwasserzugabe gerührt wird. Frisches Umkehrosmosewasser wird sofort in Kalkwasser umgewandelt und verlässt den Reaktor. Bleibt die Kalkmilch zu lange Zeit nicht gerührt, bildet das Calciumhydroxid ein schwer wieder

mischbares Sediment. Das Mischen sollte deshalb ständig (kontinuierlich) oder mindestens einmal täglich (diskontinuierlich) statt finden.

Die auf dem Markt befindlichen Geräte arbeiten mit unterschiedlichen Methoden, um die Kalkmilch in Bewegung zu halten:

- Pumpen, die die Kalkmilch fördern
- Rührer, die meist auf dem Deckel montiert sind und mit einer Achsen am Reaktorboden die Kalkmilch vermischen
- Dosierpumpen mit Magnetrührer, die gleichzeitig das frische Umkehrosmosewasser dosieren und einen Magnetrührfisch in der Kalkmilch in Drehung versetzen.

Das Dosieren funktioniert am besten mit einer robusten Dosierpumpe, die allerdings recht teuer sind. Besser bewährt hat sich eine normale Pumpe, die mit einer Nachfüllautomatik (Niveaukontrolle) gekoppelt ist. Sobald im Aquarium oder Filterbecken der Wasserstand gefallen ist, startet die Niveaukontrolle die Pumpe, die frisches Umkehrosmosewasser durch den Kalkwasserreaktor fördert. Es sollte darauf geachtet werden, dass nur geringe Menge Wasser gefördert werden. Einerseits wird der pH-Wert im Aquarium nicht schnell in die Höhe getrieben, andererseits ist gesichert, dass bei einer Fehlsteuerung nicht extreme Wassermengen in das Aquarium gepumpt werden. Auch können alle Reaktoren nur eine bestimmt Wassermenge produzieren bis eine Zwangspause nötig ist, um die Kalkmilch erneut absinken zu lassen.

Welche Kriterien sollte man bei Kauf eines Kalkwasserreaktos beachten?

Alle oben erwähnten Systeme können gut funktionieren, wenn die Geräte robust und mit Verstand gebaut wurden. Um beim Kauf eines Kalkmixers Hilfe zu geben, habe wir einige Argumente aufgeführt:

- Die Calciumhydroxidmenge ist ausschlaggebend für die Gesamtleistung eines Systems. Je mehr Pulver ohne Verstopfen in einen Reaktor passen, desto längere Zeit kann der Reaktor ohne Wartung laufen. Pro Gramm Calciumhydroxid können maximal 1,4 Liter Kalkwasser produziert werden. Ein Reaktor, der z.B. 100 g Calciumhydroxid aufnimmt, produziert somit maximal 140 Liter Kalkwasser. Bei einer täglichen Verdunstungsrate von 1 Liter pro 100 Liter Aquariumwasser und einer Aquariumgröße von 500 Litern hält eine Calciumhydroxidfüllung für 28 Tage. Steigt die Verdunstungsrate auf 5 Liter pro Tag und 100 Liter reicht die Füllung nur noch knappe 6 Tage.
- Von der Größe des Reaktors kann NICHT auf die Beladungsmenge geschlossen werden. Die Mischprinzipien sind zu unterschiedlich realisiert worden. Rührfische, die mit einem Magnetrührer angetrieben werden, können nur eine geringe Menge Kalkmilch in Bewegung halten.
- Es muss eine deutliche Trennschicht zwischen Kalkwasser (klar) und Kalkmilch (weiß) vorhanden sein.
- Alle eingebauten Teile sollte robust sein, weil das Rühren von Kalkmilch mit starkem Verschleiß verbunden ist.
- Der Reaktor sollte luftdicht konzipiert sein, weil kein zusätzliches Kohlendioxid in das Kalkwasser gelangen darf. Leider findet man Geräte, bei denen z.B. die Antriebsachse des Rührers durch den Deckel ohne Dichtung geführt werden.
- Kann der Reaktor nach Stromausfall wieder von allein die Kalkmilch aufrühren?
- Zumindest größerer Modelle sollten einen Ablasshahn aufweisen, damit zur Wartung das alte Wasser abgelassen werden kann und das Gerät nicht zu schwer zum Tragen wird.
- Der Ablauf sollte immer frei sein. Alle Einstellhähne und Zufuhrpumpen müssen unbedingt im Zulauf montiert sein, damit ein Verkalken dieser System nicht statt findet. Der Ablauf sollte ebenfalls mit einem großen Durchmesser konzipiert sein - auch wenn nur geringe Mengen an Kalkwasser pro Stunde hindurchlaufen. Aber der Ablaufschlauch verkalkt und sollte dementsprechend Reserven aufweisen.
- Der Deckel des Reaktors sollte leicht zu entfernen sein, um die Wartung zu vereinfachen.
- Auf dem Reaktor sollte ein deutlicher Warnhinweis aufgedruckt sein, damit durch die alkalische (basische) Calciumlösung Unfälle vermieden werden. Besonders Kinder sollten keinen Zugang zu Gerät und Calciumhydroxid haben. Mit Augenverätzungen ist nicht zu spaßen!

Reine Steinkorallenaquarien mit vielen schnellwüchsigen SPS-Korallen benötigen große Mengen Calcium, einen nicht zu niedrigen pH-Wert und niedrige Phosphatkonzentrationen. Alle Bedingungen kann ein Kalkwasserreaktor schaffen. Nur die Karbonathärte muss mit anderen Mitteln hinzugefügt werden. Bild: J. Frotz.



Zusätzliche Anwendungsmöglichkeit des AquaCare KWRs

AquaCare GmbH & Co. KG
Am Wiesenbusch 11 - D-45966 Gladbeck - Germany
☎ +49 - 20 43 - 37 57 58-0 • 🖷: +49 - 20 43 – 37 57 58-90
www.aquacare.de • e-mail: info@aquacare.de

Um Steinkorallen genügend Gelöstkalk (Hydrogencarbonat- und Calciumionen) anzubieten, gibt es prinzipiell drei Methoden:

- Kalkreaktor mit CO_2 betrieben
- Flüssigprodukte wie KH-plus und Calcium-plus
- "Balling"-Methode



Bizarre Korallenwelt im kalten Atlantik. Foto: Mountains in the Sea 2004. NOAA Office of Ocean Exploration; Dr. Les Watling, Chief Scientist, University of Maine.

Bei der "Balling"-Methode werden die beiden Komponenten Hydrogencarbonat und Calcium als Salz dem Wasser zugeführt. Dabei wird Hydrogencarbonat als Natriumhydrogencarbonat und Calcium als Calciumchlorid dosiert. Weil die Dosierung präzise eingehalten werden muss, ist diese Methode nichts für Anfänger. Auswiegen ist zum Teil ein Problem. Oft werden Salze mit verschiedenen Wassergehalten verwendet, die Dosierung jedoch nicht auf die anderen Salze angepasst.

Natriumhydrogencarbonat im KWR

Aber wie kann diese Methode automatisiert werden?
Prinzipiell können beide Substanzen einzeln in Wasser gelöst und mit Dosierpumpen automatisch getrennt dem Aquarium zugeführt werden. Calciumchlorid ist in sehr großen Mengen lösbar, Natriumhydrogencarbonat jedoch nicht. Um sehr große Behälter zu vermeiden, können größere Mengen Natriumhydrogencarbonat im AquaCare Kalkwasserreaktor KWR eingebracht und die überstehende Lösung mit einer Dosierpumpe ins Aquarium gepumpt werden.

AquaCare-Versuche ergaben, dass folgende Salzmengen in den KWR gefüllt werden dürfen, ohne dass es Probleme gibt. Nach 3 Monaten Testzeit konnten keinerlei Verscheißerscheinungen an der Umwälzpumpe erkannt werden:

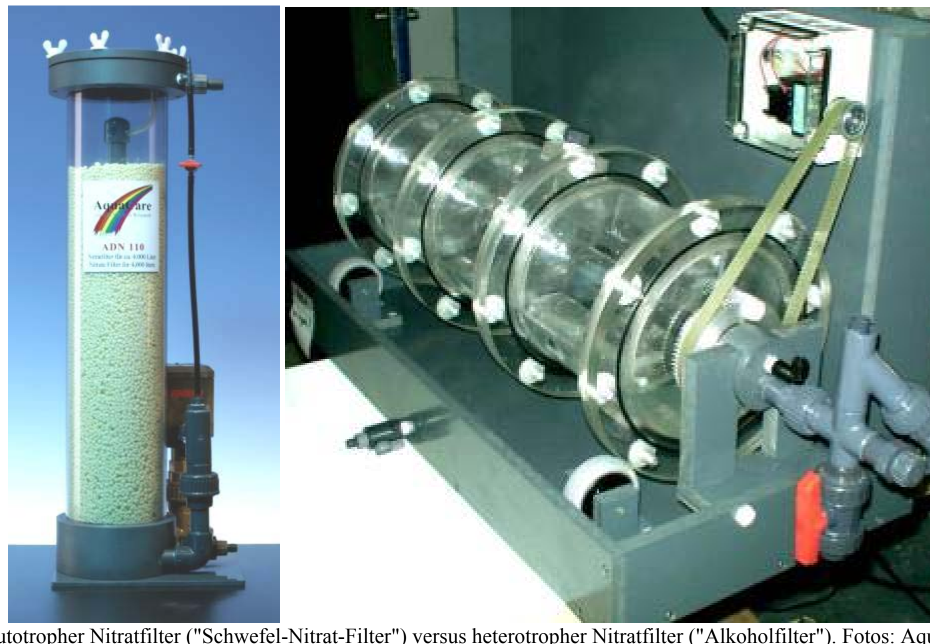
Modell	KWR 75	KWR 110	KWR 250
Minimale mögliche $NaHCO_3$-Menge	450 g	900 g	6000 g
Entspricht fertiger Lösung bei 20°C	4,6 l	9,3 l	62 l

Größere Mengen können selbstverständlich vom Aquarianer erprobt werden. Der KWR wird genauso betrieben, wie mit der Calciumhydroxidfüllung (siehe Bedienungsanleitung). Wenn die trübe Natriumhydrogencarbonatdispersion im unteren Teil des Reaktors sich aufgelöst hat, muss der KWR erneut befüllt werden. Wenn sich während des Betriebs Salze am Boden des KWR ablagern sollten, werden diese auch nach längerer Zeit wieder gelöst. Im KWR wird eine Natriumhydrogencarbonatkonzentration von ca. 97 g/l bei 20°C erreicht. Um die gleiche molare Menge (gleiche Anzahl Natriumhydrogencarbonat- und Calciumionen) an Calcium zu lösen, müssen 67 g/l Calciumchlorid (wasserfrei) in Wasser gelöst werden. Soll weniger Calciumlösung aber die gleiche Calciummenge dosiert werden, können z.B. 670 g Calciumchlorid gelöst aber von dieser Lösung nur 1/10 der Natriumhydrogencarbonatlösungsmenge dosiert werden.

Nitrat: muss ein Filter her?



AquaCare GmbH & Co. KG
Am Wiesenbusch 11 - D-45966 Gladbeck - Germany
☎ +49 - 20 43 - 37 57 58-0 • 🖷: +49 - 20 43 – 37 57 58-90
www.aquacare.de • e-mail: info@aquacare.de



autotropher Nitratfilter ("Schwefel-Nitrat-Filter") versus heterotropher Nitratfilter ("Alkoholfilter"). Fotos: AquaCare

Wenn es um das Thema Nitratfilter geht, gibt es - wie für fast alle aquaristische Themen - eine Vielzahl von Meinungen und Erfahrungen. Grundsätzlich muss vor dem Einbau eines Filtersystems klar sein, ob es überhaupt nötig ist, und sind Wirkungen und Nebenwirkungen bekannt. Nur weil eine Neuentwicklung alles mögliche verspricht oder ob das Filtersystem gerade "in" ist, sollten keine Gründe für den Einbau des Systems sein.

Welcher Nitratwert ist richtig?

"Mein Aquarium sollte genau den Nitratwert haben, der in der Natur zu finden ist!" Diese Meinung spiegelt zwar den Willen wider, die Natur zu kopieren und den Tieren ideale Bedingungen zu schaffen, führt aber oft in der aquaristischen Praxis zu Problemen. Dem Aquarianer muss immer bewusst sein, das das Heimaquarium nie in einem natürlichen Gleichgewicht steht, und das Messwerte aus der Natur nicht unbedingt richtig für das Aquarium sind.

Nitrat wird in letzter Zeit - ebenso wie das Phosphat - als Schadstoff verurteilt. Bei hohen Konzentrationen stimmt diese Aussage sogar. Aber im niedrige Konzentrationsbereicht sieht die Sache schon anders aus. Um zu entscheiden, ob Nitrat gut oder schlecht ist, muss zunächst einmal erkannt werden, welche Wirkungen Nitrat auf Lebewesen hat.

Nitrat führt zu Algenwachstum

Je mehr Nitrat im Aquarium ist desto leichter fällt es Schmier- und Grünalgen sich gegenüber den sessilen Niederen Tiere, die ebenfalls Nitrat als Stickstoffquelle aufnehmen, durchzusetzen. Dieses gilt insbesondere, wenn andere Nährstoffe (Phosphat, Kohlendioxid, Eisen, Jod) ebenfalls in Hülle und Fülle vorhanden sind.

Nitrat schädigt empfindliche Korallen

Nitrat schädigt insbesondere in Kombination mit Phosphat direkt Korallen. Die Empfindlichkeit gegenüber diesen beiden Wasserinhaltsstoffen schwankt von Tiergruppe zu Tiergruppe und von Art zu Art. Auch das Verhältnis zwischen den Nährstoffen zueinander scheint eine Rolle zu spielen.

So können einige Weichkorallen durchaus mit Nitratkonzentrationen über 100 mg/l fertig werden - im Gegenteile: sie erreichen extreme Wachstumsraten. Steinkorallen sind im Allgemeinen empfindlicher gegenüber Nitrat. Aber auch in dieser Gruppe können einige Korallen (z.B. Fungia) erhöhte Nitratwerte gut ertragen. Weil die Empfindlichkeit der kalkproduzierenden Systeme der Tiere unterschiedlich durch Nitrat und Phosphat gehemmt werden, ist es dementsprechend schwierig, allgemeingültige Konzentrationen für Nitrat anzugeben.

Nitratmessproblematik

Nitrat mit Tropfen- oder Streifentests nasschemisch zu bestimmen ist von der chemischen Seite hergesehen sehr kompliziert, weil die Chemikalien leicht verderblich sind und dementsprechend falsche Ergebnisse liefern. Jeder Aquarianer muss sich darüber im Klaren sein, dass die aquaristischen Tests nur sehr grobe Ergebnisse mit zum Teil über 100% Abweichung liefern. Besser eignen sich kleine Photometer, die immerhin unter Laborbedingungen 10-20% Abweichungen aufweisen - unter aquaristischen Bedingungen sicherlich mehr.

Nitratwertempfehlung von AquaCare

Aus unseren Erfahrungen empfehlen wir Nitratkonzentrationen im Riffaquarium zwischen 5 und 20 mg/l. Darunter kann es bei einigen Tieren zu Mangelerscheinungen, darüber zu Schädigungen führen.

Wann sollte ein Nitratfilter eingesetzt werden?



mit *Artemia* gefütterte *Tubastrea* spec. verursacht hohe Nitratkonzentrationen. Foto: AquaCare

Grundsätzlich gilt, dass jedes System vor dem Einsatz im Aquarium überprüft werden sollte. Die wichtigste Frage ist, ob ein Nitratfilter überhaupt notwendig ist. Selbst renommierte Aquarianer veröffentlichen Testergebnisse, die schon bei dieser Frage nicht korrekt durchgeführt wurden. So wurde bei einem Aquarium mit einer Nitratkonzentration von 20-30 mg/l Nitrat ein Nitratfilter mit Schwefelsubstrat eingesetzt. Innerhalb weniger Tage ist die Nitratkonzentration unter die Nachweisegrenze (0,1 mg/l) gefallen. Dass bei Nitratmangel negative Effekte auftraten ist nicht verwunderlich. Die Korallen wurden in diesem Fall auch nicht mit Plankton gefüttert, um diesen Mangel auszugleichen. Die aufgetretenen negativen Effekte auf den Nitratfilter zu schieben, ist natürlich die einfachste Lösung - den Bedienungsfehler bei sich zu suchen hingegen nicht.

Ein Nitratfilter sollte nur eingesetzt werden, wenn erhebliche Nitratkonzentrationen im Aquariumwasser vorhanden sind, die nicht durch Wasserwechsel, passive Systeme oder Futterwechsel bzw. Futterbehandlung reduzierbar sind. Ebenso sollte der Nitratfilter so eingestellt werden, dass die Nitratkonzentration nicht unter 5 mg/l fällt (außer es wird JEDEN Tag/Nacht für die Tiere verwertbares Plankton verfüttert). Sollte die Durchflussleistung des Filters nicht weiter zu drosseln sein, kann ein Großteil des Filtersubstrates aus dem Reaktor genommen werden. Auch ein Betrieb in Intervallen oder das Einsetzen einer Dosierpumpe ist machbar. Auf jeden Fall sollte der Nitratfilter nicht zu groß ausgelegt sein. In diesem Fall ist ein kleiner Filter meist besser einsetzbar als ein großer.

In normalen Riffaquarien, in denen nur weniger Fische schwimmen und/oder nur wenig gefüttert wird (nicht zu empfehlen!) reicht meist eine passive Nitratfilterung (Bodengrund, Lebende Steine, Jaubert-System, Algenfilter etc.) aus. In Aquarien, in denen viel gefüttert wird, ist ein Nitratfilter sinnvoll, aber nur wenn die Nitratkonzentration mit anderen Mitteln nicht reduziert werden kann. In reinen Fischaquarien kann der Nitratwert natürlich bis auf Null gesenkt werden. Fische erhalten ihren Stickstoff aus dem Futter.

Welches System sollte eingesetzt werden?

In der Aquaristik sind zwei Systeme zur Nitratreduzierung bekannt: das autotrophe System mit Schwefel und das heterotrophe System mit organischen "Futter" (Alkohle z.B. "Wodka-Filter", Stärke, "Deni-Balls" = biologisch abbaubare Füllkörper, organische Säuren z.B. "Nitratkiller", etc.). Jedes System (autotroph-heterotroph) hat seine Vor- und Nachteile. In der Nachfolgenden Tabelle sind Vor- und Nachteile der aquaristischen aktiven Nitratfilter aufgeführt. Bei technischen Versionen siehe z.B. RBR sind einige Nachteile durch erhöhten technischen Aufwand (aufwendige Steuerungen, exakte Dosierpumpen, Nitratanalyzer, etc.) eliminiert.

autotropher Filter		heterotropher Filter	
+	benötigt keine gleichmäßige Zufuhr eines Nährmediums	−	benötigt gleichmäßige Zufuhr der Nährlösung (außer "Deni-Balls")
+	Überdosierung nicht möglich	−	Überdosierung möglich und kann zu Trübungen und Sauerstoffmangel im Aquarium führen
+	Risiko zur Sulfatreduktion niedrig	−	Risiko zur Sulfatreduktion (stinkt nach faulen Eiern) erheblich größer
−	lange Einfahrphasen von mehreren Wochen möglich	+	kurze Einfahrphase von wenigen Tagen
+	geringes Bakterienwachstum und damit geringer Verstopfungsgefahr	−	hohes Bakterienwachstum und damit hohe Verstopfungsgefahr
+	geringe laufende Kosten (eine Filterfüllung reicht für mehrere Jahre)	−	hohe laufende Kosten (Nährmedium)
−	relativ neues System, aber mit genügend Erfahrungen	+	lang bekanntes System

Autotropher Nitratfilter mit oder ohne Kalkstufe?



AquaCare GmbH & Co. KG
Am Wiesenbusch 11 - D-45966 Gladbeck - Germany
☏ +49 - 20 43 - 37 57 58-0 • 🖷: +49 - 20 43 – 37 57 58-90
www.aquacare.de • e-mail: info@aquacare.de



Das Schwefelgranulat im ADN-Filter dient als Aufwuchskörper und als „Futter" für spezialisierte Bakterien. Foto: AquaCare

Funktion des autotrophen Filters ADN

Der Nitratfilter ADN basiert auf dem Prinzip der autotrophen Denitrifikation. Dabei wird mit Hilfe von Bakterien Nitrat veratmet und Energie aus der Oxidation von Schwefel gewonnen. Als Nebenprodukte entstehen gasförmiger Stickstoff - der letztendlich ausgast und keinerlei Folgen hat – und Sulfat und Säure (teilweise in der Literatur als Schwefelsäure bezeichnet). Leider wird der Eindruck erweckt, dass diese Säure äußerst gefährlich sei. In Aquariensystemen wird jedoch extrem verdünnte Schwefelsäure produziert, die bei stabilen Wasserwerten (Karbonathärte, Pufferkapazität) und regelmäßigem Teilwasserwechsel keinerlei schädliche Wirkung hat.



Professioneller ADN-Filter. Foto: AquaCare

Säurebindung durch Kalkstufe

Um der geringen Säureproduktion entgegenzutreten mischen einige Filtertechnikanbieter das Schwefelgranulat mit Kalkbruch, um die Säurebildung zu puffern.

Prinzipiell funktioniert dieser Ansatz. Doch im praktischen Betrieb haben sich einige negative Faktoren gezeigt:

- Im Filter entwickeln sich Bakterien, die ebenfalls auf dem Kalkgranulat wachsen und so die Oberfläche für freie Säureteilchen verdecken.
- Die Bakterien können unter bestimmten Umständen Gips produzieren, der sich als dünne Schicht auf dem Kalkgranulat ablagert und die Oberfläche versiegelt. Eine Neutralisierung der Säure ist dann nicht mehr möglich.
- Die Folge ist, dass das Kalkgranulat regelmäßig komplett ausgetauscht werden muss, um eine gleichmäßige Säureneutralisierung zu ermöglichen.
- Ist das Schwefelgranulat mit dem Kalkgranulat gemischt, ist ein Austausch des Kalkgranulatanteils nicht möglich. Das Schwefelgranulat muss ebenfalls mit ausgetauscht werden. Evtl. gibt es nach dem Austausch Probleme, da die adaptierten Mikroorganismen verloren gehen und somit ein erneutes Einfahren des gesamten Systems notwendig ist.
- Ist das Schwefelgranulat mit dem Kalkgranulat in einem Filter getrennt, z.B. durch eine Filtermatte, muss darauf geachtet werden, dass das Kalkgranulat oben aufliegt, um es ggf. wechseln zu können. Je nach Filtertyp ist das Auswechseln unpraktisch und arbeitsaufwendig.
- Beim Neutralisierungsprozess entsteht neben der erwünschten Karbonathärte auch Calcium. Bei Aquariensystemen mit erhöhtem Calciumwert (dies ist zwar selten, kommt jedoch ab und zu tatsächlich vor), ist die zusätzliche Calciumproduktion unerwünscht und kann nur durch Entfernen der Kalkschicht gestoppt werden.

Der AquaCare-Weg

AquaCare verfolgt den Weg, dass jeder chemische, biologische und physikalische Prozess in einer getrennten Stufe stattfinden sollte. Damit ist gewährleistet, dass jeder Prozess separat (so weit dies möglich ist) kontrolliert und gesteuert werden kann.

Ist ein Kalkreaktor am Aquariumsystem vorhanden, sollte ein autotropher Nitratfilter ohne Neutralisierungsstufe betrieben werden – der Kalkreaktor sorgt für genügend Karbonathärte und damit Pufferkapazität. Nitratfilter und Kalkreaktor können somit optimal betrieben werden, ohne dass unerwünschte technische Probleme oder biochemische Prozesse auftreten.

Wird die Karbonathärte weder durch einen Kalkreaktor noch durch anderer Systeme z.B. durch Flüssig- oder Pulverprodukte aufrecherhalten, kann bei abfallendem pH-Wert im Aquariumsystem hinter dem ADN-Filter eine Kalksäule installiert werden. Deren Funktion muss regelmäßig kontrolliert werden (z.B. pH-Wert-Messung im Aquariumwasser). Lässt die Leistung der Kalksäule nach (pH-Wert und/oder KH fallen), muss die Füllung schnellstens ausgetauscht werden.

Phosphat im Meerwasseraquarium



AquaCare GmbH & Co. KG
Am Wiesenbusch 11 - D-45966 Gladbeck - Germany
☏ +49 - 20 43 - 37 57 58-0 • 🖷: +49 - 20 43 – 37 57 58-90
www.aquacare.de • e-mail: info@aquacare.de

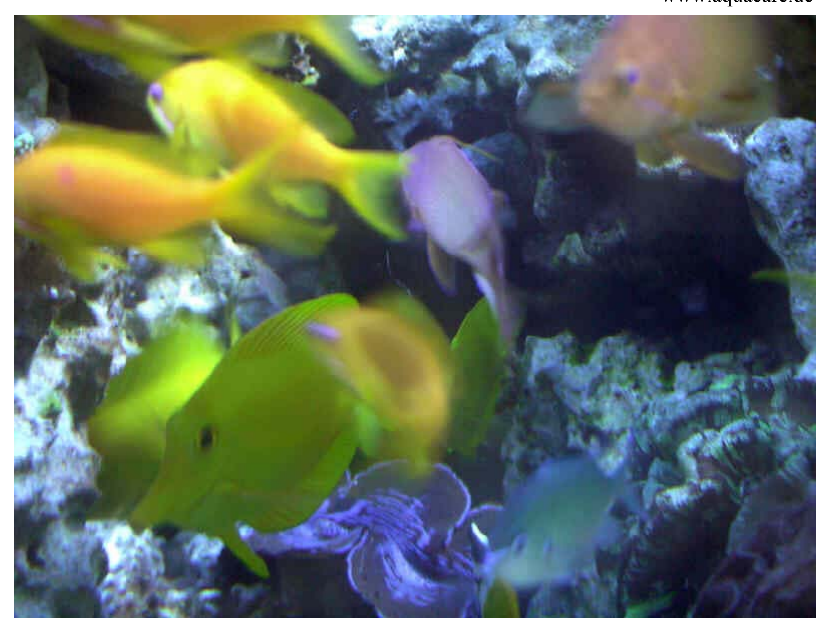


Bild: AquaCare

Wo wird Phosphat benötigt?

Phosphat ist ein essentieller (lebensnotwendiger) Stoff, den jedes Tier und jede Pflanze benötigt. Ohne Phosphor, das im Phosphatenthalten ist, können keine Phospholipide gebildet werden. Sie sind wichtige Bausteine der Zellmembranen. Auch das Grundgerüst der Erbsubstanz - DNA - besteht zu hohem Anteil aus Phosphor. Ebenso können ohne Phosphor einige Aminosäuren, die die Grundbausteine der Proteine (Eiweiße) bilden, von den Zellen nicht synthetisiert (hergestellt) werden. In den meisten Zellen wird Energie hergestellt oder benötigt. Die allgemeine "Energieeinheit" der Zellen ist das ATP (Adenosintriphosphat), das ohne Phosphor ebenso wenig gebildet werden kann. Phosphor spielt somit bei allen biochemischen Prozessen eine außerordentliche Rolle.

Im natürlichen Korallenriff haben die Tiere verschiedene Quellen, um an das Phosphat heranzukommen. Dabei spielt die im Wasser gelöste Phosphatkonzentration für Korallen nur eine untergeordnete Rolle. Der weitaus größte Teil des benötigten Phosphors wird mit dem eingefangenen Plankton aufgenommen, das allerdings in der Anfangsstufe (Phytoplankton) seinen Bedarf aus dem gelösten Phosphatpool deckt.

Im Aquarium spielt die Versorgung mit Plankton zur Zeit keine entscheidende Rolle. Deshalb sollte ein Minimum an Phosphat immer im Wasser messbar sein, um auch den Korallen eine Mindestversorgung zu gewährleisten.

Gefahren durch Phosphat

Ein zu Wenig an Phosphat führt nach kurzer Zeit bei empfindlichen Tieren wie *Tridacna* und *Acropora* schnell zum Kümmerwuchs und in extremen Fällen zum Absterben. Allerdings entstehen große Gefahren, wenn zu viel an gelöstem Phosphat im Wasser vorhanden ist. Die Spanne der optimalem Versorgung liegt im Meerwasseraquarium zwischen 0,05 bis 0,20 mg/l Phosphat. In diesem Bereich reagieren selbst gute aquaristische Test nicht besonders genau. Von Zeit zu Zeit (mindestens 2mal pro Jahr, besser alle zwei Monate) sollte man beim qualifizierten Zoohandel die Phosphatkonzentration mit einem Photometer kontrollieren lassen. Bei sehr großen Aquarien mit einem dementsprechenden wertvollen Tierbesatz sollte an die Anschaffung eines Klein-Photometers gedacht werden.



Bei Phosphat-Konzentrationen über 0,20 mg/l kann das Aquariumsystem aus dem "Gleichgewicht" geraten. Das zu Viel an Phosphat lässt grüne Fadenalgen vermehrt wachsen. Nicht selten überwuchern die Algen empfindliche Tiere und ersticken diese. Auch die in den Korallen enthaltenen Zooxanthellen (kleine Algen aus der Gruppe der Dinoflagellaten) beginnen zu wuchern, so dass die Korallenzelle Probleme bekommen kann.

Die Folge ist in vielen Fällen ein Ausbleichen (bleaching) der Tiere. Bei diesen Verhältnissen überwuchern Algen schnell die ausgebleichten Tiere und töten diese.

Bei erhöhten Phosphatwerten - besonders bei ebenfalls erhöhten Nitratwerten - reagieren empfindliche Tiere ebenfalls heftiger auf andere negative Einflüsse, z.B. schlechter werdendes Licht (siehe Foto vorherige Seite).

Steinkorallen können sich innerhalb 1-2 Tagen auflösen, wenn die Lebensbedingungen nicht optimal sind. Hohe Phosphatkonzentrationen sind ein Grund für das Sterben von Korallen.

Phosphat im Futter

Die Quellen des zu Viel an Phosphat sind im Aquarium schnell ermittelt. Phosphat wird ausschließlich durch das Futter in das Aquarium gebracht, wenn man minderwertige Meerwasserprodukte ausschließt. Es sollten darauf geachtet werden, dass nur phosphatfreies Wasser (Umkehrosmosetechnik), Qualitätsmeersalz, phosphatfreie Aktivkohle, phosphatfreies Granulat für Kalkreaktoren und sichere Pflegeprodukte verwendet werden

Bleibt das Problem des Fütterns. Aquarienfutter ist aus natürlichen Stoffen hergestellt und enthält somit auch Phosphat. In Versuchen von AquaCare wurde die Konzentration des im Auftauwassers befindlichen Phosphats von Frostfutter gemessen.

Phosphatkonzentration in mg/l
4,5
4,0
3,5
3,0
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
0,0
Cyclops
Miesmuschel
Rogen
Bosmiden
rotes Plankton
Shrimps
Mysis
Artemia
2 h
20 min
Futtersorte

Grafik: Phosphatkonzentration im Auftauwasser (100 ml) pro Gramm Futtersorte (Abtropfgewicht)

Die Grafik zeigt, dass zum Teil hohe Mengen an Phosphat freigesetzt werden. Gerade bei Miesmuscheln ist dies sehr deutlich. Deshalb sollten z.B. Muscheln nur selten zum Füttern eingesetzt werden. Ebenfalls Vorsicht ist bei "rotem Plankton" und bei Shrimps geboten. Bei allen anderen Frostfuttersorten wird erheblich weniger Phosphat im Wasser frei.

Wie können erhöhte Phosphatkonzentrationen im Aquarium vermieden werden?

Bleibt die Frage, wie man das Phosphatproblem eindämmen kann. Die **Fütterung** zu minimieren ist von allen Lösungen die schlechteste. Werden Fisch nicht ausreichend versorgt sind Aggressivität, Anfälligkeit gegenüber Krankheiten und Verlust vorprogrammiert.

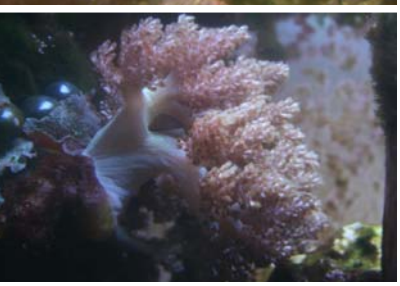
Die **Behandlung von Frostfutter** kann entscheidend über den Anstieg des Phosphatwertes sein. Das Auftauwasser sollte auf keinen Fall mit in das Aquarium gelangen (nur bei Phosphatmangel, also unter 0,05 mg/l). Bei hochwertigem Frostfutter werden auch nicht all zu viele Vitamine und Mineralien ausgeschwemmt. Sollte das Auftauwasser jedoch eine sehr starke Färbung aufweisen, können wir nur empfehlen, einen neuen Frostfutterlieferanten zu wählen.

Ein **regelmäßiger Wasserwechsel** kann ebenfalls das sich anhäufende Phosphat ein wenig in Schach halten. Die Menge des Wasserwechsels sollte von der Phosphat- und Nitratkonzentration abhängig gemacht werden. Je höher die Werte desto mehr Wasserwechsel. Natürlich sollte das Wasser für den Wechsel selbst phosphatfrei sein!

Ein weiterer Punkt zur Verhinderung des Phosphateintrages ist eine **vernünftige Abschäumtechnik**. Je effektiver der Abschäumer desto mehr Proteine und andere Stoffe werden aus dem Wasser entfernt, bevor Bakterien diese Stoffe zersetzen und Phosphat frei werden lassen. Eine Ozonzugabe verstärkt die Effektivität des Abschäumers und vermindert den Phosphateintrag mindert den Phosphateintrag zusätzlich.

Nicht zu unterschätzen sind die natürlichen Senken durch **photoautotrophe Organismen**; zu dieser Gruppe gehören insbesondere die zooxanthellaten Korallen als auch Algen. Da das Wachstumsrate direkt von der zur Verfügung stehenden Lichtmenge abhängig ist, kann durch die Installierung einer helleren Beleuchtung das Wachstum der Tiere erhöht werden – gleichzeitig geht unerwünschtes Schmieralgenwachstum zurück.



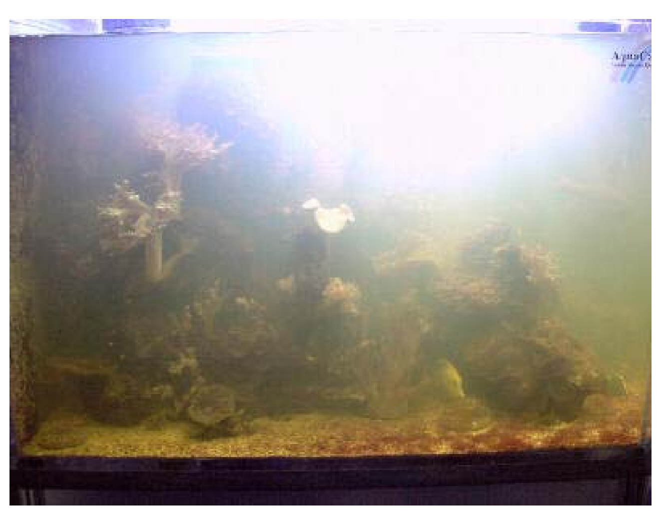


Genetisch gleiche Tiere (*Capnella* spec.) bei schwacher Beleuchtung (oben) und erheblich mehr Licht (unten). Bei intensiverer Beleuchtung können die Tiere schneller und kräftiger wachsen; dabei nehmen sie mehr Nitrat und Phosphat aus dem Wasser auf.
Foto: AquaCare

Wie kann Phosphat aus dem Aquariumwasser entfernt werden?

Ist erst einmal zuviel an Phosphat im Wasser enthalten, muss es aus dem Wasser schnell entfernt werden, um Schäden an Tieren zu vermeiden. Es gibt im Prinzip zwei Methoden.

Die Fällmethode.
Im Zoofachhandel werden Produkte zur Phosphatausfällung angeboten. Sobald das Produkt in das Aquariumwasser gegeben wird, fallen die enthaltenen Chemikalien aus und reißen dabei Phosphat an sich. Ausfällen wird der Prozess genannt, bei dem vorher flüssige Stoffe sich bei ändernden Bedingungen (Aquariumwasser) zu Feststoffen umwandeln. Zu sehen ist dieser Prozess durch das Trübewerden des Wassers.



Phosphat-minus bei 5facher Überdosierung. Die vier *Zebrasoma flavenscens*, der *Ctenochaetes striatus* und alle anderen Tiere zeigten keine negativen Erscheinungen, außer, dass sie sich für eine Weile versteckten. Grundsätzlich gilt, dass bei allen Ausfällprodukten (auf Eisen-, Aluminium-, oder Lanthan-Basis) die Gefahr von Verlusten bei Seebadern und verwandt Gruppen existiert - die Gründe sind nicht bekannt. Foto: AquaCare

Dieser Nebel lichtet sich schnell wieder, in dem die Feststoff in den Abschäumer gelangen, sich im Filtersystem oder im Bodengrund absetzen. Unter Aquarienbedingungen können diese Feststoffe, in denen Phosphat fest eingebaut ist, nicht mehr lösen. Das Phosphat steht den Algen nicht mehr zur Verfügung.

Wenn Phosphat in überhöhten Konzentrationen schon längere Zeit im Aquariumwasser war, kann es passieren, dass die Zudosierung wiederholt werden muss, da sich aus sogenannten Pools erneut Phosphat lösen und die Phosphatkonzentration erneut schnell ansteigen kann. Nach regelmäßige Anwendung (z.B. einmal pro Woche) sollte jedoch ein sichtliches Absinken der Konzentration messbar sein. Es muss darauf hingewiesen werden, dass unbedingt genügend Karbonathärte (über 7°dH) im Wasser vorhanden sein muss. Andernfalls können durch starke pH- und Redoxschwankungen Ausfälle bei empfindlichen Tieren (z.B. *Zebrasoma*-Arten) auftreten. Die Karbonathärte sollte bei niedrigem KH-Wert vor der Behandlung mit Phosphat-minus unbedingt erhöht werden. Dazu stehen verschiedene Methoden zur Verfügung: KH-plus in Flüssigform, Super Puffer in Pulverform und der *Turbo*-Kalkreaktor zur automatischen Erhöhung und Erhalt der Karbonathärte. Für eine gute Vermischung des Phosphat-minus im Aquariumwasser sollte mittels guter Strömung gesorgt werden.

Aber allen Fällmethoden ist eins gemein: empfindliche Tiere aus der Gruppe der Doktorfisch-verwandten können bei Fällmittelbehandlungen Schaden nehmen – selbst wenn alle Parameter eingehalten werden. Die Tiere beginnen schnell zu atmen, liegen schräg im Wasser und verenden in kürzester Zeit.



Kalkwasserreaktor KWR 100: deutlich ist die Phasengrenze Kalkmilch – Kalkwasser zu erkennen. Foto: AquaCare

Die Kalkwassermethode, bei der eine frische Lösung des Calciumhydroxids in das Aquariumwasser eintropft, beruht auf dem gleichen Prinzip. An der Eintropfstelle ist ein sehr hoher pH-Wert (verursacht durch das Kalkwasser) und kann Phosphat aus dem Aquariumwasser fällen. Die Kalkwassermethode kann mit Hilfe eines Kalkwasserreaktors und einer Nachfüllautomatik automatisiert werden.

Nachteilige Wirkungen – außer bei sehr hoher Überdosierung – auf Tiere sind uns nicht bekannt.

Phosphat-Adsorber.
Die zweite Möglichkeit, um Phosphat aktiv aus dem Wasser zu entfernen, ist der Einsatz von Phosphat-adsorbierenden Filtermaterialien.

Im Handel gibt es eine Reihe verschiedener Adsorber auf Eisen- und Aluminiumbasis – auch Zeolithe werden als Phosphatadsorber angeboten.

Die Unterschiede in Preis und vor allem in Leistung sind sehr groß. Allgemein kann man sagen, dass Zeolithe eine dramatisch geringere Adsorptionsleistung aufweisen als Eisenprodukte. Dieses natürliche Gestein sollte nicht zur Phosphatentfernung benutzt werden – die Wirkung ist einfach zu gering.



AquaCare Phosphat X-globuli, Foto: AquaCare

Aber auch bei Eisenprodukten bestehen erhebliche Unterschiede in der Adsorptionskapazität, so dass direkte Preisvergleiche nur theoretisch möglich sind.

Einige Hersteller geben die Phosphatbindekapazität ihrer Produkte an, aber zumeist sind es reine Werbeaussagen, die nicht vergleichbar sind. Nackte Angaben wie z.B. „1 Liter des Materials bindet 8 g Phosphat“ sagen wirklich nichts aus!

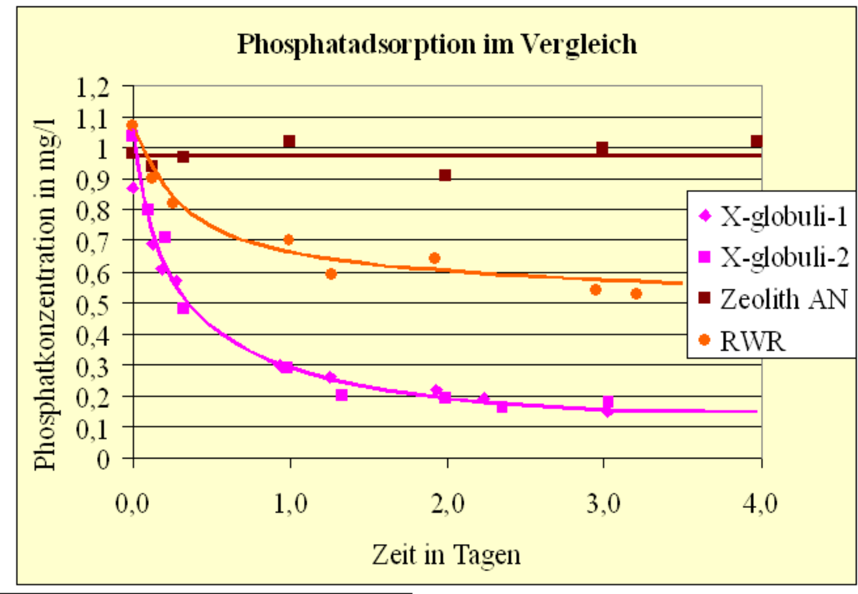
Für eine Angabe der Kapazität muss zumindest die Phosphat-Endkonzentration angegeben werden. Denn je höher die Endkonzentration ist, desto mehr Phosphat kann adsorbiert werden. Oder umgekehrt: je sauberer das Wasser sein soll, desto weniger kann das Material an Phosphat aufnehmen. Nur sehr wenig Firmen geben eine sogenannte Adsorptionsisotherme an. Mit Hilfe dieser Kurve kann jeder Aquarianer die für ihn relevante Phosphatkapazität ersehen.

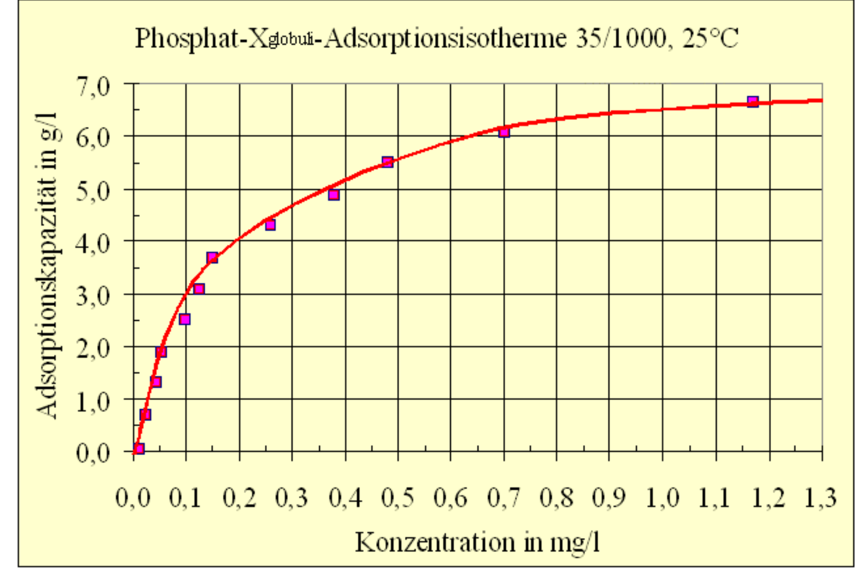
Dazu geht man folgendermaßen vor:

1. Entscheiden Sie, welche Phosphatkonzentration für Ihr Aquarium gerade noch erträglich ist: z.B. 0,5 mg/l.

2. Gehen Sie auf der X-Achse „Konzentration in mg/l“ auf die 0,5 mg/l des Beispiels.
3. Gehen Sie von den 0,5 mg/l senkrecht nach oben bis zur Kurve der Adsorptionsisotherme.
4. Vom Schnittpunkt mit der Kurve gehen Sie nun waagerecht nach links zur Y-Achse „Adsorptionskapazität in g/l“ und lesen den Wert ab. Im Beispielfall sind das 5,5 Gramm Phosphat pro Liter Adsorbermaterial (= 5000 mg/l).

Bei einer Endkonzentration von 0,2 mg/l liegt die Kapazität bei 4 g/l.





Adsorptionsisotherme von AquaCare Phosphat-$X_{globuli}$ für Meerwasser bei 25°C.

Ob das Produkt im Süß- oder Meerwasser benutzt wird, ist ebenfalls wichtig: im Süßwasser ist die Kapazität höher als im Meerwasser. Die Temperatur spielt ebenfalls eine Rolle: je höher die Temperatur desto niedriger die Kapazität. Das tropische Meerwasseraquarium ist somit ein Herausforderung für Adsorbermaterialien.

Phosphatadsorber im Vergleich: X-globuli (Eisenbasis), RWR (Eisenbasis) und ein Zeolith. Die Unterschiede in der Leistung (Abnahme der Phosphatkonzentration) ist deutlich zu erkennen.

Bei der Vielzahl von angebotenen Adsorbermaterialien schwankt die Effektivität der Produkte erheblich. Bei einem durch AquaCare durchgeführten Labortest mit drei unterschiedlichen Materialien – ein Zeolith, zwei auf Eisenbasis – sind sowohl bei der Adsorptionsgeschwindigkeit als auch bei der Kapazität (Leistung) erhebliche Unterschiede zu verzeichnen gewesen.

Das Zeolith konnte kein Phosphat aufnehmen, bzw. die Aufnahme lag unter der Genauigkeit der Testmethode. Das Produkt „RWR“ auf Eisenbasis zeigte ein Wirkung. Innerhalb von 4 Tagen fiel die Phosphatkonzentration von 1 mg/l auf ca. 0,5 mg/l. Danach ist keine nennenswerte Adsorption zu erkennen gewesen: die Kapazität war erschöpft.

Das AquaCare-Produkt – ebenfalls auf Eisenbasis – hat im gleichen Zeitraum die Phosphatkonzentration auf unter 0,2 mg/l herabgesenkt. Die Senke erfolgte zusätzlich schneller als beim Konkurrenz-Eisenprodukt.

Wie benutze ich Adsorbermaterialien?

Grundsätzlich können Adsorbermaterialien im Hauptstrom der Filteranlage eingebracht werden. Je besser und schneller das Material umspült wird, desto besser die Leistung.

Die einfachste Methode ist ein Filtersäckchen, in das das Material gegeben wird. Das Säckchen wird in eine Filterkammer des Aquariumfilters gelegt. Allerdings wird die Leistung des Materials nicht oder nur erheblich langsamer ausgenutzt. Schlecht durchflossene Teile des Materials werden schlecht ausgenutzt.

Tipp! Lassen Sie kein Kalkwasser auf das Material tropfen und auch das Wasser einer Denitrifikationsstufe (Nitratfilter) sollte nicht mit dem Material in Berührung kommen.

Weitaus besser kommt das Adsorptionsmaterial in einem Filter mit Wasser in Berührung – tote Ecken werden vermieden.

Die maximale Geschwindigkeit ist in Wirbelbettfiltern zu erreichen. Allerdings ist nicht jedes Material für diese Filter geeignet. Informieren Sie sich vorher genau, bevor Sie einen Wirbelbettfilter erstehen.

Tipp! Jeder Wirbelbettfilter kann als „normaler“ Filter genutzt werden, indem die Wasserzulaufleistung so weit gedrosselt wird, dass das Material nicht mehr aufwirbelt.

Wie viel Adsorbermaterial soll verwendet werden?

Ob geringe Mengen öfter oder große Menge seltener ausgetauscht werden liegt im Ermessen jeden Aquarianers. Die adsorbierte Menge ist gleich. Lediglich die Schwankungen in der Phosphatkonzentration sind im ersten Fall schneller.

Tipp! Sie können verbrauchtes Adsorbermaterial, dass aus einem „sauberen“ Steinkorallenbecken stammt, für ein Fischbecken, in dem höhere Phosphatkonzentrationen akzeptiert werden, noch weiter benutzen bis die dort gewählte Endkonzentration erreicht ist.

Einsatzgebiete von Aktivkohle



AquaCare GmbH & Co. KG
Am Wiesenbusch 11 - D-45966 Gladbeck - Germany
☎ +49 - 20 43 - 37 57 58-0 • 🖷: +49 - 20 43 – 37 57 58-90
www.aquacare.de • e-mail: info@aquacare.de

1. Katalytische Chlorvernichtung

Um Leitungswasser für die Aquaristik benutzen zu können, muss es von Chlor befreit sein, um Kiemenverätzungen zu vermeiden. Die Chlorentfernung ist ein sehr schneller Prozess, so dass Kontaktzeiten (Wasser / Aktivkohle) von nur wenigen Sekunden ausreichend sind. Wird AquaCare Aktivkohle in einer Säule von mindestens 15 cm benutzt, wird das im Wasser vorhandene Chlor katalytisch gespalten, d.h. die Aktivkohle kann theoretisch unbegrenzt lange benutzt werden. Im praktischen Gebrauch wird die Oberfläche der Aktivkohle jedoch durch Ablagerungen belegt, so dass die Wirkung der Aktivkohle nachlässt. Sie muss deshalb regelmäßig ersetzt werden (alle 6 bis 12 Monate). Sind noch andere für die Aquaristik nicht geeignete Stoffe - wie Nitrat, Salze, Härte, Pestizid- und Medikamentenrückstände - enthalten, müssen andere Aufbereitungsmethoden benutzt werden z.B. Vollentsalzer oder Umkehrosmoseanlagen.


Klein- und Großaktivkohlefilter

2. Ozonentfernung aus Wasser oder Luft


professioneller Restozonvernichter

Wird in der Meerwasseraquaristik Ozon für die effektivere Flotation (Abschäumung) eingesetzt, sollte zumindest bei größeren Anlagen der Abluftstrom aus dem Abschäumer über eine Aktivkohlesäule geleitet werden. Ozon in der Atemluft ist gesundheitsschädlich und greift die Schleimhäute an. Die Aktivkohle in der Aktivkohlesäule sollte alle 6 bis 12 Monate ausgetauscht werden, weil sie langsam aber sicher zersetzt wird.

3. Adsorption organischer Stoffe

Aufgrund der großen Oberfläche von Aktivkohle (400 bis 2000 m^2/g Kohle) können beachtliche Mengen organischer Stoffe adsorbieren ("anheften"). Der Adsorptionsprozess verläuft aus der Gasphase (Luftfilter) sehr schnell, so dass z.B. für die Filterung der Luft für Ausströmersteine ein Aktivkohlefiltervolumen von wenigen Litern ausreicht. Mit Aktivkohleluftfiltern können organische Stoffe wie z.B. Nikotin (Zigarettenrauch) oder organische Lösemittel (frische Farben, Reinigungschemikalien) schnell und sicher aus der Zuluft für das Aquarium (Abschäumer) entfernt werden. Die Aktivkohle sollte alle 3...6 Monate ersetzt werden. Sollten organische Verbindungen aus der Wasserphase entfernt werden, muss mit wesentlich längeren Zeiten für den Adsorptionsprozess gerechnet werden. Die Kontaktzeit Wasser / Aktivkohle muss für Aquarienbedingungen bei mindestens 30 Minuten liegen. Das bedeutet, dass Frischwasser (zum Beispiel aus der Wasserleitung) nur tropfenweise durch 1 Liter Aktivkohle geleitet werden darf, um effektiv die organischen Verbindungen zu entfernen. Im Aquariumfilter können mit Aktivkohle ebenfalls biologisch nicht oder schwer abbaubare (persistente) organische Stoffe (Gelbstoffe) adsorbiert werden. Auf die Kontaktzeit muss nicht geachtet werden, weil das Wasser viele Male durch den Aktivkohlefilter am Tage gepumpt wird. Im Gegenteil: langsame durchströmte Filter sollten im Meerwasserbereiche nicht benutzt werden (außer Denitrifikationsfilter), da dieses aufgrund der biologischen Vorgänge das Redoxpotential erniedrigen können. Die Adsorptionskapazität der Aktivkohle lässt nach einigen Tagen nach. Frische Aktivkohle sollte nur alle 1...3 Monate - je nach Gelbfärbung des Wassers - verwendet werden, da auch wichtige organische Verbindungen (Vitamine, Aminosäuren, etc.) und anorganische Verbindungen (z.B. Spurenelementen) adsorbiert werden und damit nicht mehr für die Aquarientiere und -pflanzen (Algen) verfügbar sind. Als Anhaltspunkt kann die Gelbfärbung des Aquarienwassers gelten. Ist eine Gelbfärbung sichtbar (durchs Aquarium auf ein weißes Stück Papier sehen) sollte frische Aktivkohle in den Filter gefüllt werden. Aktivkohle ersetzt jedoch nicht den regelmäßigen Teilwasserwechsel, weder in der Süßwasser- noch in der Meerwasseraquaristik! (Ramsch 1992, Sellner & Ramsch 2000a)

4. Biologischer Aufwuchskörper

Wird Aktivkohle längere Zeit im Filter benutzt, siedeln sich nützliche Bakterien auf der Oberfläche an und bauen einen Teil der adsorbierten organischen Substanzen ab. Aufgrund der Adsorptionskapazität der Kohle können Bakterien die Stoffe schneller abbauen als auf herkömmlichen Filtermaterialien. Ca. alle 6 Monate sollte 1/3 der Aktivkohle ausgewechselt werden. Aktivkohle, die für die Aquaristik verwendet wird, muss bestimmte Voraussetzungen erfüllen, um einwandfreie Ergebnisse zu erzielen:

- schnelle Entgasung sorgt für einen sofortigen Einsatz
- keine Beeinflussung des pH- und des Redoxwertes
- extrem geringer Phosphatgehalt
- geringer Staubanteil, dadurch kristallklares Wasser
- hohe Adsorptionskapazität, damit lange Standzeit und große Wirkung
- hohes Zwischenraumvolumen, dadurch Vermeidung von verstopften Filtern

Die AquaCare Aktivkohle bietet alle diese Eigenschaften und damit Sicherheit in der professionellen Aquaristik.


Aktivkohle kann ein Faktor für farbenprächtige Tiere sein.
Foto: AquaCare

Einsatz von Pflegeprodukten im Meerwasseraquarium - wie viel Chemie muss sein?



AquaCare GmbH & Co. KG
Am Wiesenbusch 11 - D-45966 Gladbeck - Germany
☏ +49 - 20 43 - 37 57 58-0 • 🖷: +49 - 20 43 – 37 57 58-90
www.aquacare.de • e-mail: info@aquacare.de



Weil Meerwasseraquarien kein geschlossenes System sind, verändert sich die Wasserchemie laufend. Wird nicht regelmäßig und wohlbedacht das Wasser ständig manipuliert, wird es früher oder später zu einem Totalzusammenbruch des gewünschten biologischen Systems führen. (Foto: G. BAGINSKI)

Die Grundlagen

Die Wasserchemie im Meerwasser ist sehr kompliziert, weil:

- hohe Salzkonzentrationen zu Konkurrenzreaktionen um das Wasser führen,
- das hohe Redoxpotential Oxidationsreaktionen bevorzugt und viele Spurenelemente damit biologisch unbrauchbar macht,
- das Wissen um die meisten Inhaltsstoffe sehr unvollständig ist,
- die Biologie (Tiere inkl. Korallen, Mikroorganismen inkl. Lebende Steine) die Konzentration der Wasserinhaltsstoffe mehr oder weniger schnell verändern kann,
- keine vernünftigen Tests für die Aquaristik existieren und der Aquarianer den Verlauf der meisten Inhaltsstoffe nicht oder nur schlecht verfolgen kann. Oft fehlt auch das Wissen, wie die Tests richtig angewendet werden,
- die Aquarien sehr verschieden sind (Einrichtung, Besatz inkl. Mikroorganismen, Pflege, Technik, Wasseraufbereitung, Fütterung),
- die Hersteller das Problem haben, für extrem verschiedene Aquarien eine einheitliche Dosierung zu entwickeln.

In der Natur werden viele Stoffe von außen an das Riff geführt und so ständig frisch den Tieren angeboten. Diese externe Versorgung geschieht durch Tiefenströmungen, Sedimentaustausch, Eintrag von Flüssen, Versorgung mit Wüstenstaub durch die Luft. Abfallstoffe werden durch Strömungen vom Riff weggeführt. Im Aquarium passiert das alles nicht und muss künstlich durch den Aquarianer ausgeführt werden (Wasserwechsel, Dosierung von Pflegeprodukten).



Jedes Tier benötigt Stoffe, die in einem Aquarium schnell verbraucht werden können. Eine Dosierung der fehlenden Stoffe ist somit unausweichlich. Foto: AquaCare

Die richtige Dosierung zu finden, ist die wahre Kunst der Meerwasseraquaristik. Grundsätzlich sollte man mit der empfohlenen Dosierung beginnen. Die benutzte Dosierung sollte ca. 4-6 Wochen beibehalten werden, ohne dass andere Dinge (Technik, Fütterung, Wasserwechsel, andere Produkte) im Aquarium geändert werden. Erst danach kann man sich ein Bild machen, ob die Dosierung eine Veränderung (positiv oder negativ) hervorgerufen hat. Bei negativen Änderungen sollte das Produkt niedriger dosiert oder abgesetzt werden. Bei keiner Änderung, kann eine höhere Dosierung benutzt werden. Weil sich die Aquarienbedingungen über lange Zeit hin stark verändern können, kann der Bedarf an Pflegeprodukten im Laufe der Jahre unterschiedlich sein.

Sinnvoll ist es, ein Protokoll zu führen. Leider wird das nur selten gemacht und bei Erfolg oder Misserfolg ist kaum nachvollziehbar, welche Änderung der ausschlaggebende Faktor war.

Übersicht

Die unten aufgeführte Tabelle gibt eine Übersicht der nötigen Pflegeprodukte, um ein Aquarium über Jahre hin auf dem gewünschten Niveau zu halten. Natürlich gibt es Abweichungen, die jeder Aquarianer selber herausfinden muss. Zum Beispiel kann, obwohl keine Gorgonie und nur schwaches Kalkrotalgenwachstum vorhanden ist, die Magnesiumkonzentration unter der empfohlenen Grenze sein. Dann sollte natürlich Magnesium zudosiert werden.

Aquariumtyp	Pflegeprodukt	Alternative
Reines Fischaquarium	1) KH-plus oder Superpuffer 2) Spurenelemente	1) Kalkreaktor (eine Nummer kleiner wählen 2) großzügiger Wasserwechsel
Weichkorallen-aquarium	1) KH-plus oder Superpuffer 2) Calcium-plus 3) Spurenelemente	1+2) Kalkreaktor (normale Größe wählen
Gemischtes Riffaquarium	1) KH-plus oder Superpuffer 2) Calcium-plus 3) Spurenelemente	1+2) Kalkreaktor (normale Größe wählen 2) Kalkwassereaktor
Steinkorallenaquarium	1) KH-plus oder Superpuffer 2) Calcium-plus 3) Spurenelemente 4) Strontium	1+2) Kalkreaktor (eine Nummer größer wählen 2) Kalkwasserreaktor KWR
Optionen		
Hoher Fischbesatz starke Fütterung keine Lebenden Steine		Phosphatadsorber, Phosphat-minus-Reaktor PMR, Nitratfilter ADN
viele Krebstiere (Garnelen, Einsiedler, Krebse) und / oder viele *Caulerpa*-Algen	Jod in Jodidform	Lugolsche-Lösung (Vorsicht bei der Anwendung!)
viele Gorgonien, starkes Kalkrotalgenwachstum, allgemeiner Magnesiummangel	Magnesium-plus	Magnesiumrohr, Magnesiumreaktor MgR
Allgemeine Farbschwäche bei Steinkorallen	Eisen-II	

Kombinationsmöglichkeiten der Pflegeprodukte für den automatischen Einsatz mit Dosierpumpen

Beim Einsatz von Dosierpumpen hat man meist nicht die Möglichkeit, über genauso viele Kanäle (Pumpenschläuche) bzw. Pumpen zu verfügen, wie man für alle Pflegeprodukte benötigen würde. Eine Kombination der Pflegeprodukte kann nur unter bestimmten Umständen funktionieren. Tipps zum Betrieb von Dosierpumpen siehe unten.

Ebenso wird oft die Methode verwendet, bei der die zu dosierenden Pflegeprodukte in das Nachfüllwasser gegeben werden. Auch hierbei können nicht alle Produkte miteinander vermischt werden.

Grundsätzlich sollten die kombinierbaren Produkte nur direkt vor dem Einsatz per Pumpe oder im Nachfüllwasser gemischt werden. Die Haltbarkeit kann bei Mischungen abnehmen. Also sollten nicht zu große Mengen vorgemischt werden.

	KH-plus	Calcium-plus	Spuren-elemente	Strontium	Jod	Eisen-II	Magnesium-plus
KH-plus		-	-	-	-	-	-
Calcium-plus	-		+	+	-	+	+
Spurenelemente	-	+		+	-	+	+
Strontium	-	+			-	+	+
Jod	-	-	-	-		-	-
Eisen-II	-	+	+	+	-		+
Magnesium-plus	-	+	+	+	-	+	

- diese Produkte sollten nicht miteinander gemischt werden
+ diese Produkte können gemischt werden



Ohne regelmäßige Spurenelementzugabe (wie auch immer durchgeführt) sind solche Farben nicht möglich. Fotos: Baginski



AquaCare GmbH & Co. KG
Am Wiesenbusch 11 - D-45966 Gladbeck - Germany
☏ +49 - 20 43 - 37 57 58-0 • 🖷: +49 - 20 43 – 37 57 58-90
www.aquacare.de • e-mail: info@aquacare.de

Chelatoren in Spurenelement-lösungen

Was sind Spurenelemente?

Spurenelemente sind einfache Stoffe, die in sehr geringen Konzentrationen für alle Lebewesen essentiell, d.h. lebensnotwendig sind. Sie stellen für Enzyme oder andere komplexe organische Verbindungen meist das Zentralatom dar, ohne das die vorgesehenen chemischen Reaktionen nicht funktionieren.

Viele Spurenelemente kommen aus der Gruppe der Metalle, wie z.B. Eisen, Cobalt, Zink, Vanadium, Kupfer, Molybdän etc. In hohen Konzentrationen sind diese Stoffe ausgesprochen giftig. Deswegen ist es nicht einfach, gerade genügend diese Elemente anzubieten, aber gleichzeitig nicht Vergiftungserscheinungen hervorzurufen.

Zum Beispiel liegt die natürliche Kupferkonzentration im Meerwasser bei ca. 0,2 bis 13 µg/l (je nach Autor; Übersicht der Elementen im Meerwasser). Konzentrationen von 50 µg/l sollte auf jeden Fall im Korallenriffaquarium vermieden werden. Die Empfindlichkeit gegen über z.B. Kupfer ist von Art zu Art sehr unterschiedlich. So können z.B. Kupferkonzentrationen von ca. 0,5 mg/l (=500 µg/l) in einem Fischaquarium nicht viel Schaden anrichten, im Gegenteil: lästige Ektoparasiten werden getötet. In einem Hai- oder Riffaquarium würden bei dieser Konzentration vermutlich die Haie bzw. sämtliche niederen Tiere sterben.

Haltbarkeit der Spurenelemente

Aufgrund ihrer chemischen Natur und der geringen Konzentrationen sind Spurenelemente im Meeraquariumwasser nicht besonders lange haltbar. Zwar werden durch regelmäßigen Teilwasserwechsel mit einem guten Meersalz die Spurenelemente wieder nachgeführt. Aber man kann sich leider nicht sicher sein, ob und welche Elemente wirklich in der Meersalzmischung vorhanden sind; wie alt diese Mischung ist und ob die Elemente den Auflöseprozess heile überstehen. Einige Aquarianer lagern frisch angesetztes Meerwasser wochen- oder gar monatelange in einem Behälter - dort nimmt die brauchbare Konzentration an Spurenelementen bereits deutlich ab. Das Wasserwechselintervall liegt meist bei einem Monat oder darüber und lässt damit erhebliche Schwankungen im Spurenelementlevel zu.

Sind die Spurenelemente letztendlich im Meerwasseraquarium angekommen, geht es ihnen weiter "an den Kragen". Durch Oxidation und Präzipitation (Fällung) werden viele Spurenelemente für die Organismen unbrauchbar oder verschwinden aus dem Wasserkörper und stehen nicht mehr zur Verfügung - die Bioverfügbarkeit nimmt ab. Diese Prozesse laufen umso effektiver ab, je höher das Redoxpotential ist und je mehr Sauerstoff im Wasser gelöst ist. In der Riffaquaristik ist es aber gerade das Ziel, diese beiden Parameter auf einem hohen Level zu halten - so wie der natürlichen Lebensraum es uns vormacht. Im Riff wird die Spurenelementversorgung durch aufsteigende, angereicherte Tiefenströmung gesichert. Im Aquarium haben wir diese Möglichkeit nicht.

Für das Aquarium gibt es zum Glück Spurenelementmischungen, die den Verlust der wichtigen Substanzen ergänzen. Aber auch für diese Lösungen gilt, das die in ihr enthaltenen Spurenelemente nicht beliebig lange haltbar sind. Bevor ein Aquarianer eine Spurenelementlösung in das Aquarium zudosiert, muss er sich darüber im Klaren sein, dass die Lösung unter Umständen viele Monate

alt ist (Lagerung beim Hersteller, beim Großhändler, bei Zoofachhändler und zuletzt beim Aquarianer; nicht zu vergessen die vielen Transport und Temperaturschwankungen). Oft sieht man im Handel Spurenelementlösungen, die bereits eine Bodensatz haben: das sind ausgefallene und nicht mehr wirksame Spurenelemente. Diese Produkte sollte man auf keinen Fall mehr nehmen.

Nicht alle Verpackungen sind transparent, so dass man gleich sieht, ob ein Bodensatz vorhanden ist oder nicht. Der auf den ersten Blick ersichtliche Nachteil ist jedoch ein Vorteil. Denn viele Spurenelemente sind lichtempfindlich. Durch die sogenannte Photooxidation können einige Metalle wesentlich schneller oxidieren, als im dunklen. Eine nichttransparente Verpackung beugt also der Photooxidation vor und verlängert die Haltbarkeit.

Aus diesen Gründen stehen auf guten Produkten stets Hinweise zur Lagerung und ein Verfallsdatum.

Spurenelementlösungen sollten stets dunkel und kühl (nicht kalt) gelagert werden. Nach jedem Gebrauch die Flasche ordentlich verschließen. Und natürlich nicht in die Hände von Kindern gelangen lassen.

Was machen Chelatoren?

Das Problem der kurzen Haltbarkeit bleibt jedoch auch bei Beachtung der oben genannten Lagervorschriften. Es gibt aber eine Gruppe von chemischen Verbindungen, die Spurenelemente schützen können. Diese sogenannten Chelatoren sind ein effektiver Schutz vor Oxidation und Ausfällung. Der bekannteste ist wohl EDTA = Ethylendiamintetraessigsäure bzw. deren Salze.

Man kann sich die Wirkung von Chelatoren so vorstellen, dass diese sich um ein Spurenelement herumlegen und dafür sorgen, dass keine oxidierenden Substanzen (z.B. Sauerstoff oder Ozon) an das Element herankommen. Es muss natürlich dafür gesorgt werden, dass die Organismen, die mit den Spurenelementen versorgt werden sollen, auch an die Spurenelemente heran kommen. Die Bindungskraft der Chelatoren darf also nicht zu groß sein.

Die Hersteller von Spurenelementlösungen müssen also genau den richtigen Chelator finden.

Aber Chelatoren haben einen entscheidenden Nachteil: sie sind biologisch nicht oder nur sehr schwer abbaubar. Bei regelmäßiger Zugabe von durch Chelatoren geschützten Spurenelementen reichern sich die Chelatoren an. Deswegen muss eine Sicherheitsmaßnahme getroffen werden: der regelmäßige Wasserwechsel. Wird jeden Monat zumindest 1% Wasser gewechselt - und das regelmäßig - können sich die Chelatoren nicht so anreichern, dass sie einen Gefahr werden.

Dies ist in unserer Sicht die einzige Möglichkeit, um eine sichere Versorgung mit Spurenelementen zu gewährleisten. Nur eine Alternative wäre theoretisch möglich: jede Woche sich selbst aus vielen verschiedenen Chemikalien die nötige Dosis von Spurenelementen anzumischen und dem Aquarium zugeben. Auf Grund er zum Teil hochgiftigen Chemikalien (die Lagerung ist nicht unproblematisch), deren hoher Beschaffungspreis, die nötige Ausrüstung (Feinwaage mit einer Genauigkeit von max. 1 mg) und der vielen Arbeit können wir nur davon abraten.



Foto: Baginski

Umkehromosetechnik für die Aquaristik



AquaCare GmbH & Co. KG
Am Wiesenbusch 11 - D-45966 Gladbeck - Germany
☏ +49 - 20 43 - 37 57 58-0 • 🖷: +49 - 20 43 – 37 57 58-90
www.aquacare.de • e-mail: info@aquacare.de



Einfache Anlage
mit Einwegfiltern



Einfache Anlage
mit Filtereinsätzen



Anlage zusammengestellt nach Kundenwunsch



Halbprofessionelle Anlage
höherer Leistung



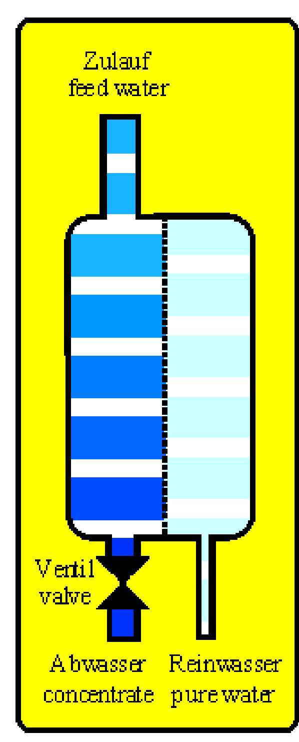
Industrieanlage mit sehr hohe Leistung

Das Prinzip der Umkehrosmose

Die Umkehrosmosetechnik R.O. ist mit einer extrem feinen Filtration vergleichbar und wird daher auch als Hyperfiltration bezeichnet. Die bekannte "gröbere" Filtriertechnik - wie sie z.B. in jedem Aquarienfilter verwirklicht wird - benötigt im Gegensatz zur Umkehrosmosetechnik im Prinzip keinen Druck. Die Umkehrosmosemembranen besitzen dem gegenüber eine so feine Struktur, dass sie semipermeabel (halbdurchlässige) Eigenschaften besitzen. Dieses besondere Charakteristikum trägt zur technischen Umkehrung des in der Natur weit verbreiteten Prinzips der Osmose bei.

Osmose - d.h. selbsttätige Stoffwanderung durch Membranen - tritt immer dann auf, wenn zwei wässrige Lösungen mit unterschiedlichen Ionenkonzentrationen (unterschiedlich viele Salzteilchen) durch eine halbdurchlässige Membran voneinander getrennt sind. In der Natur ist das Osmose-Prinzip von größter physiologischer Bedeutung, wenn durch die semipermeablen Membranen, nur das Lösungsmittel, nicht aber die gelösten Substanzen durchgelassen werden. Denn damit kann zum Einen der Wasserhaushalt der Zellen reguliert und zum Anderen ein Innendruck (Turgor, osmotischer Druck) zur Stabilität aufrecht gehalten werden.

Physikalisch gesehen sind die Ionenlösungen - die voneinander durch Membranen getrennt sind - immer bestrebt einen Konzentrationsausgleich zu erlangen. Das bedeutet, dass Ionen der hochkonzentrierten Seite auf die Seite der niedrigeren Konzentration gelangen wollen. Da die Membran eine Barriere darstellt, die die Ionen aufgrund ihrer molekularen Größe nicht ohne weiteres durchwandern können, strömen statt dessen die kleineren Wassermoleküle von der niedrig konzentrierten Seite auf die höher konzentrierte. Dabei fließen die Wassermoleküle so lange, bis entweder die Ionenkonzentrationen der beiden Seiten ausgeglichen sind oder ein Druck auf der hochkonzentrierten Seite aufgebaut wird - der sogenannte osmotische Druck. Dabei gehorcht der osmotische Druck einer stark verdünnten Lösung den Gesetzen, die für ideale Gase gelten. Er steigt proportional zur Konzentration der Lösung an und nimmt proportional zur Temperatur zu.



Das Zulaufwasser fließt an der Membran entlang und wird aufkonzentriert, weil ein Teil des Wasser durch die Membran gedrückt wird. Das Ventil sorgt für die richtige Abwasser-

menge und hält den Leitungswasserdruck aufrecht.

Osmose-Prozesse sind uns allen schon einmal begegnet, wenn wir nach einem Regenschauer reife Kirschen ernten und feststellen, dass sie eingerissene oder vernarbte Stellen bekommen haben. Dies liegt daran, dass die Kirschhaut die Funktion einer semipermeablen (halbdurchlässigen) Membran übernimmt. Auf der Innenseite dieser Membran befindet sich der Kirschsaft mit einer hohen Ionenkonzentration in Form von Zucker, außen hängen die Regentropfen, die als ideales Lösungsmittel fungieren. Da die Zuckermoleküle aufgrund ihrer Größe nicht durch die Membran nach außen wandern können, fließen statt dessen die Wassermoleküle ins Innere der Kirsche. Eine reife Kirsche kann jedoch ihr Volumen nicht wesentlich vergrößern, um das zusätzliche Wasser aufzunehmen. Folglich steigt der Innendruck der Kirsche so weit an, bis die Kirschhaut schließlich einreißt.

Bei der Umkehrosmosetechnik wird das Osmose-Prinzip umgekehrt. Auf der Seite mit den hohen Ionenkonzentrationen (Leitungswasser, Rohwasser) wird ein Druck angelegt (Wasserleitungsdruck) der das Wasser in die andere Richtung zwingt, nämlich auf die Reinwasserseite (Permeatseite) mit der niedrigeren Konzentration. Die unerwünschten gelösten Stoffe (z.B. Härte, Nitrat, Kieselsäure, Rückstände von Pestiziden und Medikamenten um nur einige zu nennen) können aufgrund ihrer molekularen Größe kaum durch die ultrafeine Membran gelangen - auf der Reinwasserseite ist somit fast ausschließlich nur Wasser und keine Ionen. Wie stark die einzelnen Stoffe zurückgehalten werden zeigt die Tabelle.

Da während des Betriebs ständig Leitungswasser mit den darin enthaltenen Substanzen nachfließt, müssen die von der Membran zurückgehaltenen Stoffe laufend abgeführt werden, damit ein Verblocken ausgeschlossen werden kann. Eine Umkehrosmoseanlage produziert infolgedessen neben dem Reinwasser auch Abwasser (Konzentrat), das konzentriert die unerwünschten Substanzen enthält und weggespült werden muss.

Für den störungsfreien Betrieb einer Umkehrosmoseanlage sind mehrere Vorkehrungen zu treffen. Die Umkehrosmosemembran sollte aus Kunststoff hergestellt sein. Andernfalls können Bakterien - die im Leitungswasser enthalten sind - die Membran regelrecht "zerfressen" und somit unbrauchbar machen. Zum Schutz der hochwertigen Membran sollte ihr immer ein Aktivkohlefilter zur Chlorentfernung und ein Feinfilter als Schutz vor Schwebstoffen vorgeschaltet sein. Eine Spülvorrichtung, die das Entfernen von abgelagerten Stoffen auf der Membran ermöglicht, verlängert die Lebensdauer der Umkehrosmosemembran erheblich.

Rückhalteraten der Membran

Die Rückhalterate ist definiert als der Anteil einer Substanz, der aus dem Rohwasser ins Abwasser (Konzentrat) gelangt; der verbleibende Rest kommt durch die Membran und findet sich im Reinwasser wieder.

Stoff	Rückhaltung in %	Stoff	Rückhaltung in %	Stoff	Rückhaltung in %
Aluminium	96-98	Cyanid	85-95	Nitrat	90-95
Ammonium	80-90	Eisen	96-98	Phosphat	95-98
Bakterien	>99	Fluorid	92-95	Polyphosphat	96-98
Blei	95-98	Gesamthärte	93-97	o-Phosphat	96-98
Bor	50-70	Kalium	92-96	Quecksilber	94-97
Borat	30-50	Kieselsäure	80-90	Radioaktivität (partikulär)	93-97
Bromid	80-95	Kupfer	96-98	Silber	93-96
Cadmium	93-97	Magnesium	93-98	Silicium	92-95
Calcium	93-98	Mangan	96-98	Sulfat	96-98
Chlorid	92-95	Natrium	92-89	Thiosulfat	96-98
Chromat	85-95	Nickel	96-98	Zink	96-98

Rückhalteraten verschiedener Stoffe der AquaCare TFC-Membran (Kunststoff) aus Polyamid-Polysulfon bei einer durchschnittlichen Rückhalterate von 95% (gemessen mit elektrischer Leitfähigkeit)

Mindestausstattung einer Umkehrosmoseanlage

Aktivkohlefilter

Aus Kostengründen wird bei vielen Anlage auf einen Aktivkohle-Vorfilter verzichtet. Vermeintlich wird geglaubt, dass der Aktivkohlefilter nur die Aufgabe hat, Chlor zu "binden". Aber er hat eine zweite Aufgabe:

Aktivkohle adsorbiert gasförmige Substanzen, die leicht durch die Umkehrosmosemembran diffundieren und im Reinwasser landen. Ohne Aktivkohlefilter ist die Rückhaltung derartiger Stoffe sehr gering.

Die Hauptaufgabe ist jedoch die Zerstörung von Chlor und Ozon. Alle Kunststoff-Umkehrosmosemembranen sind chlorempfindlich und werden bei Chlorbelastung mehr oder weniger schnell löchrig und damit unbrauchbar. Deshalb ist jeder guten Umkehrosmoseanlage ein Aktivkohlfilter vorgeschaltet.

Chlor und Ozon werden nicht - wie oft behauptet (z.B. Landhäußer 1990) - wie organische Stoffe von der Aktivkohle adsorbiert, also an der Oberfläche der Kohle gebunden, sonder an ihr katalytisch gespalten.

Gasförmiges Chlor zerfällt im Leitungswasser nach der Formel:

$$Cl_2 + H_2O \leftrightarrow HOCl + HCl$$

gelöstes Chlorgas + Wasser <-> hypochlorige Säure + Salzsäure

Anschließend reagiert die hypochlorige Säure weiter zu Salzsäure und einem Sauerstoffradikal, dass die eigentliche bakterientötende Wirkung hat:

$$HOCl \leftrightarrow HCl + O.$$

hypochlorige Säure < > Salzsäure + Sauerstoffradikal

Wenn das Sauerstoffradikal die Oberfläche der Aktivkohle berührt reagiert es zu "normalen" molekularem Sauerstoff und kann anschließend keinen Schaden mehr an der Membran verursachen. Salzsäure wird nur in so geringem Maße produziert, dass sich die pH-Wertänderung des Wasser praktisch nicht messen lässt.



von links nach rechts: Aktivkohlefiltereinsatz (Kartusche), Inline-Filter (Einwegfilter), Kombifilter: Kombination von Aktivkohle und Feinfilter

Der ganze Prozess der Chlorzerstörung kann bei einer Kontaktzeit von nur 2-3 Sekunden ablaufen, so dass ein kleiner Aktivkohlefilter ausreicht, um Chor sicher zu vernichten Theoretisch hielte der Aktivkohlefilter unbegrenzt, da sich Katalysatoren nicht verbrauchen. In der Praxis aber setzen Partikel oder Ablagerungen aus dem Trinkwasser die Oberfläche der Aktivkohlekörnchen zu und nehmen ihnen damit die katalytische Wirkung. Als einfache Faustregel gilt: ist der Feinfilter einer Umkehrosmoseanlage verschmutzt, muss auch der Aktivkohlefilter gewechselt werden.

Feinfilter

Der Feinfilter hat nur eine Aufgabe: er muss das Wasser von Partikel befreien, die größer als 5 µm sind. Andernfalls könnten sich diese Partikel auf der Membran absetzen und diese langsam aber sicher verstopfen. Die Folge ist ein Rückgang der produzierten Wassermenge aber auch die Qualität des Reinwassers wird schlechter. Denn mit dem Aufbau einer Sedimentschicht bildet sich ebenfalls ein Druckgefälle zur Membran hin, so dass der zur Verfügung stehende Arbeitsdruck an der Membran geringer wird (siehe unten Kapitel "Wasserdruck").



Feinfiltration kann mit Einwegfiltern (Mitte) oder Filtereinsätze durchgeführt werden (links gepresste Polypropylenfasern, rechts: gewickeltes Polypropylengarn)

Grobfilter

Wenn das Rohwasser sehr verschmutzt ist, sollte vor die Umkehrosmoseanlage ein separater Grobfilter installiert werden. Er verlängert das Austauschintervall der Feinfiltrationseinheit. Bei sehr alten Hausinstallationen können Rostpartikel im Wasser enthalten sein, bei eigenen Brunnen wird oft Feinsand mitgerissen und landet im Grobfilter der Umkehrosmoseanlage. Grobfilter gibt es als Einwegfiltereinsätze (meist gewickelte Filter) oder als Filternetz, dass regelmäßig ausgewaschen werden kann.



links: auswaschbarer Netzfiltereinsatz; rechts: Umkehrosmoseanlage Excel 320 mit davor geschaltetem Grobfilter (linkes Filtergehäuse)

Spülmechanismus

Grundsätzlich sollte eine Umkehrosmoseanlage einen Spülmechanismus haben, damit die Membran regelmäßig durch Spülen gereinigt werden kann (siehe Kapitel "Wartung einer Umkehrosmoseanlage: Membranpflege"). Bei Anlagen ohne Spülmechanismus kann die Membran nur gespült werden, wenn der Durchflussbegrenzer des Konzentrats herausgebaut wird. Der Aufwand wird von den Benutzern meist nicht betrieben und so leidet die Membran und bringt schlechtere Ergebnisse.

Zur Grundausstattung einer Umkehrosmoseanlage gehört unserer Meinung nach ein Spülmechanismus. Es gibt grundsätzlich verschiedene Systeme:

1. Durchflussbegrenzer aus Kunststoff

Im Prinzip ist ein Durchflussbegrenzer eine Lochblende, d.h. das Wasser muss sich durch eine oder mehrere sehr enge Öffnungen zwängen. Damit die kleinen Öffnungen nicht verstopfen, ist meist ein kleiner Vorfilter eingebaut. Die Wassermenge ist so gering, dass ein Druckabfall an der Membran normalerweise nicht feststellbar ist. Wird jedoch die Blende ausgebaut oder mit einem Bypass (siehe Punkt 4) überbrückt, ist durch den hohen Wasserstrom bereits ein Druckabfall zu verzeichnen. Der Druck geht jedoch nie auf Null zurück. Deshalb produzieren Membranen im Spülmodus auch Reinwasser, allerdings aufgrund des geringen Drucks mit schlechter Qualität und erheblich weniger.



Durchflussbegrenzer mit fester Einstellung

2. Angeschliffene Feinregulierventile aus Kunststoff oder Metall

Bei diesen Ventilen ist die Reguliernadel so angeschliffen, dass das Ventil im geschlossenen Zustand genau die richtige Wassermenge hindurchlässt, damit das Abwasser-Reinwasser-Verhältnis stimmt. Die Ventile dürfen nie mit Gewalt zugedreht werden - die Ventilsitze werden ansonsten zerstört. Für jede Leistungsstufe der Umkehrosmosemembran darf nur das passend angeschliffene Spülventil verwendet werden.



angeschliffenes Spülventil: im geschlossenen

Zustand ist die passende Wassermenge eingestellt. Jede Membrangröße benötigt ihr spezielles Spülventil

3. Kugelhahn mit Lochblenden

Diese Version ist besonders einfach anzuwenden, weil es keine Problem mit zu festem Zudrehen geben kann. Ein Standardkugelhahn ist mit einer sehr kleine Bohrung versehen: bei einer 90 Liter-pro-Tag-Anlage ist der Durchmesser der Bohrung weit unter 1 mm. Im geschlossenen Zustand kann nur Wasser durch die kleine Bohrung (Blende) fließen und ermöglicht die passende Menge an Abwasser. Wird der Kugelhahn durch eine viertel Drehung aufgedreht strömt durch die ursprüngliche Öffnung so viel Wasser, dass die Umkehrosmosemembran gut gespült wird.



Minikugelhahn mit eingebauter Blende: im geschlossenen Zustand fließt Wasser durch die Blende, im offenen fließt viel Wasser zum Spülen.

4. Eine Kombination von einem Standard-Kugelventil mit einem Durchflussbegrenzer

Ventil und Begrenzer sind parallel angeschlossen: im Normalbetrieb läuft Wasser nur durch den Begrenzer und sorgt für das richtige Abwasser-Reinwasser-Verhältnis; zum Spülen wird das Ventil geöffnet und zusätzliches Wasser an der Membran entlanggeleitet. - Wird an Stelle des manuellen Ventils ein Magnetventil installiert, kann die Anlage mit der entsprechenden Steuerung (siehe Kapitel "Wartung einer Umkehrosmoseanlage: Membranpflege") automatisch gespült werden.

Auch bei allen Lochblendensysteme gilt, dass immer der richtige Begrenzer für die verwendete Membran gewählt werden muss. Bei falscher Wahl verbraucht man im günstigen Fall zu viel Wasser und im ungünstigen wird die Membran zerstört.

Der immer wieder in der Aquaristikliteratur benutzte Begriff "Rückspülen" ist bei den üblicherweise verwendeten Wickelmodulen (siehe Kapitel "Membrantyp") ist falsch. Nur Hohlfasermodule können rückgespült werden, d.h. Reinwasser wird von der Reinwasserseite aus entgegengesetzt durch die Membran gedrückt. Bei den Wickelmodulen fließt beim Spülen lediglich mehr Wasser an der Membran entlang und entfernt allein durch die höhere Fließgeschwindigkeit Ablagerungen von der Membran. Wickelmodule dürfen nicht von der Reinwasserseite gespült werden - der Druck kann die Membran zerstören.

Membrantyp



Membranen gibt es in vielen Durchmessern und Längen

Der in der Aquaristik am häufigsten verwendete Membrantyp ist das Wickelmodul. Man kann sich diese Technik am besten so vorstellen: die Membran hat die Form einer Plastiktüte, bei dem der offene Teil an der perforierten Mittelachse - dem Permeatsammelrohr - befestigt ist. Wenn nun Wasser durch die Membran gedrückt wird fließt es im Inneren der "Plastiktüte" bis zum Permeatsammelrohr, fließt durch die Perforation ins Innere des Rohrs und wird an einem Ende aus dem Modul geleitet. Die "Plastiktüte" ist aus Platzersparnis um das Permeatsammelrohr gewickelt. Damit das Wasser auch zwischen den Membranlagen auch fließen kann, sind sowohl zwischen den Membranschichten (im Inneren der Plastiktüte) als auch zwischen den Membranlagen (außerhalb der Plastiktüte) Abstandsgewebe eingebracht. Die Gewebe werden Spacer genannt. Um das komplette Wickelmodul wird nur noch eine Plastikhülle geklebt und eine Dichtung montiert.

Als Membranmaterial werden meist unterschiedliche für Stützschicht und der eigentlichen Membran verwendet. Die Stützschicht besteht oft aus Polysulfon und ist asymmetrisch aufgebaut, d.h. die Poren werden von der Rohwasserseite zur Reinwasserseite immer kleiner. Die Membran ist meist aus Polyamid gefertigt und ist nur wenige Nanometer dick. Der ganze Komplex wird Kompositmembran genannt, im Englischen: thin film composite = TFC. Membranen aus Kunststoffen sind bakterienresitent und leicht in der Handhabung. Die früher eingesetzten Cellulosemembranen mussten vor Bakterien geschützt werden, weil diese die Membran regelrecht zerfressen konnten. Das Rohwasser muss immer desinfiziert (meist gechlort) werden, damit die Bakterien keine Chance bekamen. Produktionspausen waren besonders heikel. - Die modernen Membranen sind zwar empfindlich gegenüber vielen Oxidationsmitteln (siehe Kapitel "Aktivkohlefilter") und müssen deshalb vor Chlor geschützt werden, aber die Vorteile in der Handhabung und in der Leistung überwiegen. Zum Teil werden noch andere Kunststoffe, z.B. Polyvinylalkohol und seine Derivate, eingesetzt und mit einer "Chlorresistenz" beworben, aber grundsätzlich sind auch diese Membranen gegenüber Chlor empfindlich. Ein Aktivkohlefilter wäre auch bei chlorresistenten Membranen notwendig, weil Chlor durch die Membran in das Reinwasser gelangt und Schäden an Tieren und Pflanzen verursachen kann.

Hohlfasermodule werden aquaristisch nur selten einsetzt, weil sie erheblich teurer sind. Sie haben aber auch Vorteile: die Packungsdichte ist sehr hoch, so dass hohe Leistungen auf geringem Raum möglich sind und sie können erheblich besser gereinigt werden, weil Hohlfasern von der Reinwasserseite aus rückgespült werden können - "Rückspülen". Besonders bei starken Verschmutzung können Hohlfasermodule ihre Stärken ausspielen.

Faktoren, die die Reinwasserqualität und –menge beeinflussen

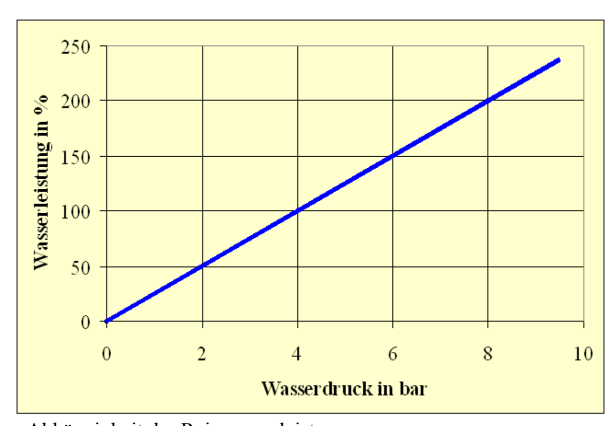
Eine Umkehrosmoseanlage kann nur unter bestimmten Bedingungen zufriedenstellende Wassermengen und -qualität produzieren. Können die Minimumvoraussetzungen

nicht erfüllt werden, sollte von der Installation einer Umkehrosmoseanlage abgesehen werden.

Wasserdruck

Der Wasserdruck ist der wichtigste Faktor, der die Leistung der Membran und die Qualität des Reinwassers bestimmt. Je höher der anliegende Druck an der Membran ist, desto mehr Reinwasser produziert die Umkehrosmosemembran. Meist wird die Leistung einer Kleinanlage bei 4 bar (im englischen Sprachraum bei 60 psi = 4,14 bar) angegeben. Wenn man den Druck an der hauseigenen Wassersorgung kennt, kann man schnell im Diagramm die zu erwartende Leistung ermitteln. Zum Beispiel, wenn Sie eine Anlage mit einer Standardleistung von 160 Litern und einen Wasserdruck von 6 bar haben, gehen Sie im Diagramm auf 6 bar und senkrecht bis zur Kurve nach oben. Am Schnittpunkt gehen nach links zur Wasserleistung - in diesem Fall auf 150%. Nun wissen Sie, dass Ihre Anlage (bei Standardtemperatur! siehe unten) 160 l/d * 150% = 240 Liter pro Tag leistet.

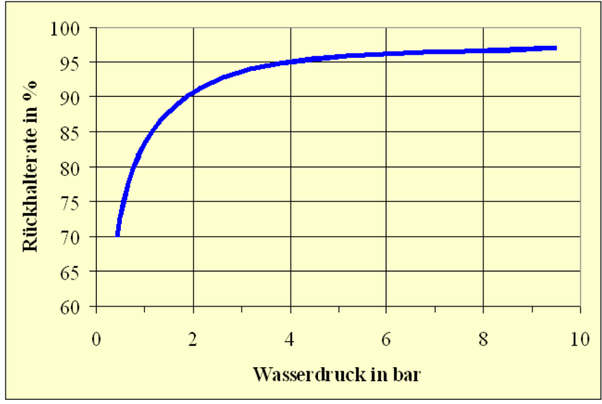
Weil die Leistung einer Anlage durch höheren Druck ansteigt, werden professionelle Anlage immer mit einer Druckerhöhungspumpe betrieben. Normale Trinkwasseraufbereitungsanlagen werden bei ca. 8 bis 16 bar betrieben.



Abhängigkeit der Reinwasserleistung vom Druck an der Membran. Meist wird die Leistung bei 4 bar angegeben.

Seriöse Firmen geben die Leistung einer Kleinumkehrosmoseanlage immer bei ca. 4 bar an. Die meisten Haushalte haben einen Wasserdruck zwischen 3 und 5 bar, so dass die 4-bar-Angabe fast immer annähernd die reale Leistung angibt. Leider gibt es immer wieder Firmen - meist nur für kurze Zeit - die die Wasserleistung bei z.B. 6 bar angeben - so wird schnell aus einer 90 eine 150-Liter-pro-Tag-Anlage.

Im Gegenschluss kann man vermuten, dass man bei sehr niedrigem Wasserdruck einfach nur eine größere Membran wählen muss, um die gewünschte Wasserleistung zu erhalten. Aber leider ist nicht nur die produzierte Reinwassermenge vom Druck abhängig sondern leider auch die Reinwasserqualität.



Abhängigkeit der Reinwasserqualität vom Druck an der Membran.

Mit steigendem Druck steigt neben der Wassermenge ebenfalls die Rückhalterate, d.h. wie viel Prozent der im Wasser gelösten Stoffe zurückgehalten werden. Um also sehr sauberes Wasser zu erhalten, sollte der Arbeitsdruck sehr hoch sein. Wie in der Abbildung zu erkennen ist, lohnt sich die Umkehrosmosetechnik unter ca. 2 bar nicht mehr richtig. Die Rückhalterate ist bei diesem Druck bereits auf nur noch 90% zurückgefallen. Wenn das Trinkwasser z.B. einen Salzgehalt von 250 mg/l (ca. 500 µS/cm) aufweist, kann die Beispielanlage bei 2 bar nur noch Reinwasser mit einer Qualität von 500 * (100-90%) = 50 µS/cm erzeugen - bei 4 bar sind es bereits 500 * (100-95%) = 25 µS/cm.

Wir empfehlen unter 3 bar Membrandruck die Umkehrosmosetechnik nicht einzusetzen oder den Druck mittels einer Druckerhöhungspumpe zu erhöhen. Für Kleinanlagen gibt es sehr ruhige und nicht zu kostspielige Pumpen, die im Normalbetrieb einige Jahre halten. Das AquaCare-Modell kann für Anlage bis zur Größe 160 eingesetzt werden. Bei noch größeren oder mehreren Membranen würde die Pumpe nicht mehr den erforderlichen Druck erzeugen.

Für größere Anlage (z.B. für Hobbyzüchter) können dann Drehschieberpumpen eingesetzt werden, die lärmtechnisch allerdings nicht für das Wohnzimmer geeignet sind. Diese Pumpen arbeiten bis 16 bar und können zusätzlich für niedrige Abwasser-Reinwasser-Verhältnisse (Ausbeuten) durch Konzentratrückführung sorgen (s.u.). die Rohwasserqualität muss aber vorher auf jeden Fall untersucht und die Aufkonzentrierung mit speziellen Programmen berechnet werden, damit die Membranen nicht frühzeitig verkalken oder anderweitig verblocken. Für solche Fälle ist eine kompetente Beratung einfach unumgänglich. Nichts ist schlimmer und kostspieliger als eine falsch ausgelegte Anlage, die zu schnell Membranen verblockt oder durch Verkalken gar Pumpenschäden verursacht.



Für Kleinanlagen können die sehr leisen Niedervoltdruckpumpen eingesetzt werden.

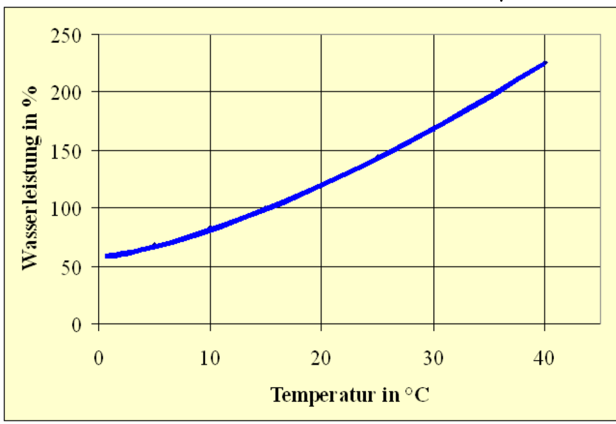


Für größere Anlagen, für die Realisierung der Konzentratrückführung zur Wasserersparnis und bei Dauerbetrieb müssen leistungsstärkere Druckpumpen –wie hier Drehschieberpumpen – eingesetzt werden.

Temperatur

Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Temperatur. Es gilt: je kälter das Zu-

laufwasser ist, desto weniger Reinwasser kann die Anlage produzieren. Eine 160-Liter-pro-Tag-Anlage produziert bei 15°C am Tag 160 Liter. Sinkt die Wassertemperatur auf 5°C kann die gleiche Anlage nur noch 110 Liter produzieren; bei warmen 30°C steigt die Leistung auf 270 Tagesliter.



Abhängigkeit der Reinwasserleistung von der Temperatur

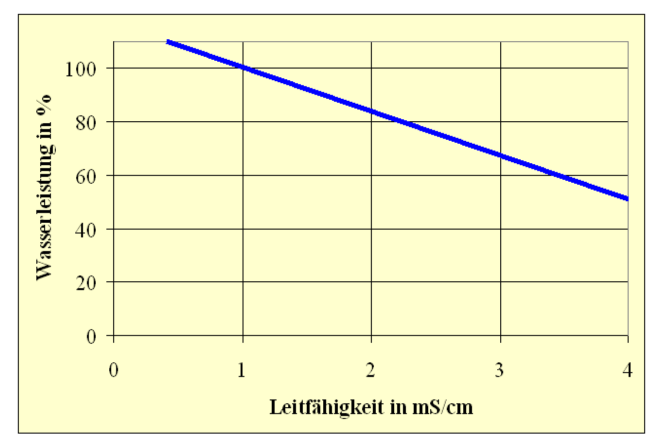
Beim Kauf einer Umkehrosmoseanlage muss neben der Druckangabe auch auf die Temperaturangabe geachtet werden. Wird eine Anlage nach dem amerikanischen Standard (75°F = 23,9°C) angeboten, leistet diese bei realistischen Wassertemperaturen von 15°C nur ca. 70%.

Eine Umkehrosmoseanlage sollte jedoch nicht an die Warmwasserleitung angeschlossen werden - außer: die Wassertemperatur steigt garantiert nicht über 40°C. Wird es der Membran zu warm, kann sie leicht irreparable Schäden davontragen. Auch muss auf den Druck geachtet werden. Bei hohem Leitungswasserdruck und sehr warmen Wasser können Filter- und Membrangehäuse erweichen und platzen. Der zulässige Maximaldruck für eine Anlage ist immer von der Temperatur abhängig, meist sind Druckangaben bei 20°C gemacht.

Ausgangswasser / Salzgehalt

Wasser, das Salz enthält, baut einen osmotischen Druck auf (siehe oben). Je mehr Salz gelöst ist, desto höher ist der osmotische Druck. Auf der Konzentratseite einer Meerwasserentsalzungsanlage können so schnell bei 36/1000 (Promill) Zulaufsalzgehalt osmotische Drück von über 40 bar auftreten. Dass heißt: wird diese Beispielanlage bei 40 bar betrieben, kommt kein Tropfen Reinwasser heraus, weil der osmotische Druck dem Arbeitsdruck entgegenwirkt. Steigt der Arbeitsdruck über den osmotischen Druck des Konzentrats beginnt die Anlage Reinwasser zu produzieren.

Bei Kleinumkehrosmoseanlage für das Trinkwassernetz ist der osmotische Druck des Konzentrats erheblich niedriger: bei 25% Ausbeute und 500 µS/cm Leitfähigkeit (ca. 250 mg/l Salzgehalt) liegt der osmotische Druck lediglich bei nicht ganz 0,3 bar. Ab 0,3 bar kann theoretisch die Anlage Reinwasser erzeugen. Um genügend Wasser mit einer guten Qualität zu produzieren, sollte der Arbeitsdruck erheblich über dem osmotischen Druck des Konzentrats liegen. Bei sehr salzhaltigem Wasser - in Europa liegt der Maximalwert bei 2000 µS/cm - kann der osmotische Druck leicht auf 1,2 bar steigen. Die unter dem Kapitel "Wasserdruck" gemachte Aussage, dass der Rohwasserdruck mindestens bei 3 bar liegen sollte, muss beim oberen Trinkwassergrenzwert um ca. 1 bar also auf 4 bar geändert werden.



Abhängigkeit der Wasserleistung von dem Salzgehalt des Rohwasser (hier ausgedrückt als elektrische Leitfähigkeit; 1 mS/cm entspricht ungefähr einem Salzgehalt von 500 mg/l)

Abwasser-Reinwasser-Verhältnis / Ausbeute

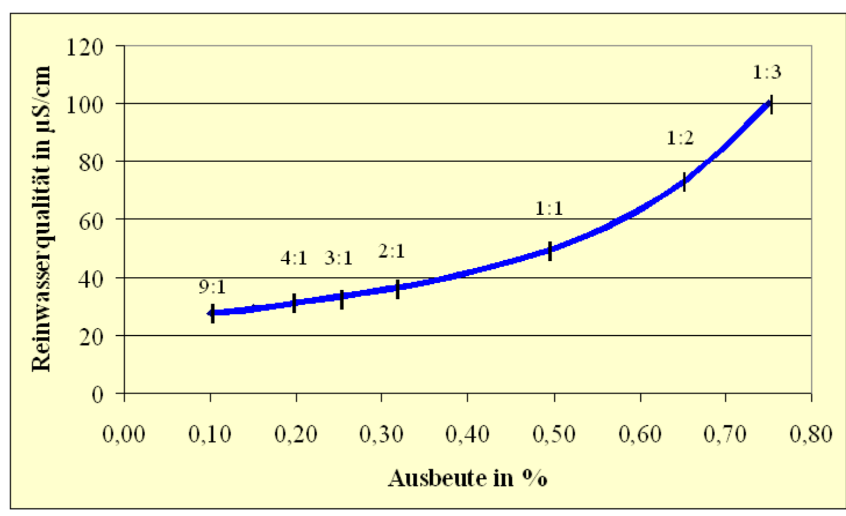
Das Abwasser-Reinwasser-Verhältnis oder prozentual ausgedrückt die Ausbeute gibt an, wie viel Reinwasser aus dem Rohwasser produziert werden kann. Um Wasser zu sparen wünscht sich der Kunde eine Anlage mit niedrigem Verhältnis (oder hoher Ausbeute). Aber hohe Ausbeuten beeinflussen die Lebensdauer der Membran und die Reinwasserqualität. Während des Prozesses wird Reinwasser durch die Membran gedrückt und das Rohwasser wird (aufgrund des immer mehr durch die Membran abfließenden Wassers) immer weiter aufkonzentriert und als Konzentrat abgeführt. Normalerweise befinden sich im Leitungswasser Substanzen, die nicht beliebig aufkonzentriert werden können - sie fallen dann z.B. als Kalk ($CaCO_3$) oder Gips ($CaSO_4$) aus und verblocken die Membran, die dadurch immer mehr an Leistung verliert und schlechteres Wasser produziert. Wann das Ausfallen beginnt, kann berechnet werden, ist aber für Kleinanlage zu aufwändig.

Je weiter die Inhaltsstoffe des Wasser konzentriert werden, desto schlechter wird das Reinwasser. Die Rückhalterate ist bei gleichem Arbeitsdruck (vom osmotischen Druck einmal abgesehen) und Temperatur konstant, wird aber immer vom Konzentrat aus berechnet. Das heißt, je salzhaltiger das Konzentrat ist desto mehr Salz findet sich auch im Reinwasser wieder. Wenn dann der osmotische Druck noch mitgerechnet wird, wird die Qualität des Reinwassers noch schlechter, weil mit der Konzentrierung des Wassers der osmotische ebenfalls steigt, dem Arbeitsdruck entgegenwirkt und laut Kurve "Abhängigkeit der Reinwasserqualität vom Wasserdruck" die Rückhalterate schlechter wird. Im Extremfall kann das Reinwasser einer Umkehrosmoseanlage schlechter sein, als das zufließende Rohwasser.

Niedrige Abwasser-Reinwasser-Verhältnisse oder hohe Ausbeuten sparen Wasser, aber erhöhen die Gefahr des Verblockens der Membran und lässt das Reinwasser schlechter werden. Das gesparte Wasser steht in keinem Verhältnis zum Kaufpreis einer neuen Membran. - Werbeaussagen, dass Membranen für hohe Ausbeuten / niedrige Abwasser-

Reinwasser-Verhältnisse konzipiert wurden, sind Unsinn und gaukeln nur einen Vorteil vor. Wenn die Wasserzusammensetzung nicht mitspielt verblockt jede Membran.

Das Abwasser-Reinwasser-Verhältnis ist nicht nur abhängig von der Kombination Membranleistung - Reduzierventil sondern auch vom Wasserdruck. Membran und Reduzierventil (Spülventil, Blende, Durchflussbegrenzer) haben nämlich ein unterschiedliches Verhalten. Bei steigendem Druck produziert die Membran linear mehr Wasser (siehe Kurve "Abhängigkeit der Reinwasserleistung vom Druck an der Membran"). Die Blende, die für die Konzentratmenge verantwortlich ist, jedoch produziert nicht linear mehr Wasser bei steigendem Druck, sondern weniger. So wird bei höherem Wasserdruck das Abwasser-Reinwasser-Verhältnis niedriger (höhere Ausbeute) - die Gefahr des Verblockens steigt aber ebenfalls an.



Abhängigkeit der Wasserqualität von der Ausbeute bzw. Abwasser-Reinwasser-Verhältnis Ausgangswasser mit 500 µS/cm (ca. 250 mg/l Salzgehalt); der osmotische Druck wurde nicht mit berechnet

Welches ist nun das richtige Abwasser-Reinwasser-Verhältnis?

1. Die Rohwasserqualität ist entscheidend

Je weniger Substanzen, die zum Ausfallen neigen, im Rohwasser vorhanden sind, desto höhere Ausbeuten können realisiert werden. Sicherheit kann man nur durch eine genaue Analyse des Rohwasser und einer komplexen Berechnung erlangen - für Kleinanlagen sein zu hoher Aufwand. Allgemein kann man sagen: je niedriger die Gesamthärte im Rohwasser ist, desto geringer die Gefahr, dass Membranverblockungen stattfinden

2. Enthärtung als Vorbehandlung

Um das Ausfallen von schwerlöslichen Salzen zu verhindern, kann das Rohwasser enthärtet werden. Dabei werden Calcium, Magnesium, ferner Strontium und Barium gegen Natrium ausgetauscht.



professionelle Duplex-Enthärtungsanlage

So können keine schwerlöslichen Salz wie Kalk (Calciumcarbonat) und Gips (Calciumsulfat) ausfallen und die Membran verblocken. Mit enthärtetem Wasser können Ausbeuten von 75% und mehr realisiert werden. Der Aufwand lohnt sich jedoch nur für größere Anlage ab ca. 2000 Litern pro Tag. - Wenn im Haus eine Teilenthärtungsanlage installiert ist, sollte auf jeden Fall das teilenthärtete Wasser benutzt werden.

3. Zusatzmittel: Antiscallants, Säuren

Eine ähnliche Wirkung haben Zusatzstoffe, die bei größeren Umkehrosmoseanlage zudosiert werden. Sogenannte Antiscallants "umschließen" die Calcium- und Magnesiumionen, so dass sie nicht mehr mit Karbonat und Sulfat reagieren können. Auch die Dosierung von Säuren können die Bildung von Kalk verzögern und so höhere Ausbeuten realisieren. Grundsätzlich sollten diese Möglichkeiten nicht von Hobbyaquarianern genutzt werden - der Aufwand ist für Kleinanlagen einfach zu hoch und der Einsatz der Chemikalien nicht ungefährlich.

4. Fließgeschwindigkeit

Je geringer Wasser bewegt wird, desto leichter können Ausfällungen an den Membranen stattfinden. Die modernen Wickelmembranen haben alle eine optimierte Struktur der Spacer (das Gewebe, dass die einzelnen Membranschichten auf Abstand hält), so dass maximale Wasserturbulenzen entstehen. Wundermembranen, die besonders niedrige Abwasser-Reinwasser-Verhältnisse ermöglichen, gibt es nicht.

5. Wartung

Die Wartung hat nicht nur Einfluss auf die erzeugte Reinwasserqualität, sie kann auch entscheidend sein, ob eine Membran vorzeitig verblockt. Wird eine Anlage öfter ein- und ausgeschaltet (Intervallbetrieb), befindet sich nach dem Abstellen auf der Konzentratseite ein Wasser mit hohem Salzanteil. Ohne Wasserbewegung (siehe "Fließgeschwindigkeit") können die schwerlöslichen Salze schneller ausfallen. Wird vor dem Abstellen für kurze Zeit die Membran gespült, wird die hohe Konzentration des Abwassers auf die niedrigere des Rohwassers gesenkt und damit das Risiko der Verblockung. Große Umkehrosmoseanlagen sorgen für einen regelmäßige Spülung aber auch für Kleinanlagen gibt es passende Steuerungen.



Steuerung für Kleinumkehrosmoseanlage bestehend aus automatischer Befüllung und Spülfunktion

Verwendete Materialien

Moderne Kleinumkehrosmoseanlage sind fast ausschließlich aus Kunst-

stoff gefertigt. Lediglich einige Spülventile sind aus Metall. Die Schläuche bestehen fast durchweg aus inertem Polyethylen (PE) - auch im Reinwasserteil werden so keine Stoffe gelöst.

Um Kosten zu sparen, benutzen einige Aquarianer die allseits bekannten Luftschläuche aus Weich-PVC (transparent oder grün). Es ist richtig, dass die Schläuche auf der Reinwasserseite nicht druckfest sein müssen - solange niemand die Reinwasserseite versperrt. Aber gerade Weich-PVC ist nicht für Reinwasser geeignet. Um das an sich starre PVC biegsam zu machen, wird in Schläuchen oder anderen Weich-PVC-Teilen Phthalat genauer Diethylhexylphthalat (DEHP) eingemischt. Dieser Stoff tritt langsam aus dem PVC und lässt diese mit der Zeit verspröden: alte Weich-PVC-Schläuche sind starrer als neue! Das Phthalat steht im Verdacht, wie ein Hormon zu wirken und wird für Unfruchtbarkeit, Krebs und Übergewicht verantwortlich gemacht. In sensiblen Anwendungen, z.B. Babyschnuller, wird Phthalat gegen (C10–C21)Alkansulfonsäurephenylester = Mesamoll oder 1,2-Cyclohexandicarbonsäurediisononylester = Hexamoll) ausgetauscht. Allen Stoffen ist jedoch gemein, dass sie langsam austreten und im Reinwasser landen - Wirkungen auf Aquariumorganismen sind unbekannt aber gut vorstellbar, da Fische als Wirbeltiere ähnlich auf Hormone und hormonähnliche Stoffe reagieren, wie Menschen.Im Laufe der Zeit sind uns auch Fälle aufgefallen, bei denen aus Weich-PVC-Schläuchen Phosphat austritt. Aufgefallen ist dies, weil Kunden berichteten, dass im Reinwasser mehr Phosphat als im Trinkwasser nachweisbar war. Zuerst wurde natürlich vermutet, dass etwas mit der Umkehrosmoseanlage nicht stimmt. Nach ausgiebiger Prüfung stellt sich jedoch heraus, dass der Phosphattest nur auf Wasser aus den Schläuchen ansprach - nicht auf Wasser, dass direkt aus dem Umkehrosmosemodul tropfte.



Für Kleinumkehrosmoseanlagen sollte Schläuche aus PE ohne Weichmacher benutzt werden

Auch im Reinwasserteil sollte ausschließlich der originale PE-Schlauch verwendet werden - der Preisunterschied ist nicht so gewaltig. Es sollte auch unbedingt auf die Größe geachtet werden. Die meisten deutschen Kleinanlage arbeiten mit 6 mm Schlauch, aber einige Anbieter vertreiben asiatische Anlagen, die meist mit 1/4" (=6,4 mm) ausgestattet sind. Die 0,4 mm Unterschied scheinen nicht viel auszumachen, doch einige Fittings sind mit den falschen Schläuchen nicht druckfest verbunden - leicht kann ein Schlauch während des Betriebes abspringen: die Überschwemmung ist vorprogrammiert.

Gefährliche Stoffe

Neben den oben im Kapitel "Aktivkohlefilter" bereits erwähnten oxidierenden Stoffe wie Chlor und Ozon können noch andere Substanzen die Funktion einer Umkehrosmoseanlage beeinträchtigen.

Eisen und Mangan sollten laut Trinkwasserverordnung nicht im Wasser vorkommen, weil weiße Fläche (Keramik) und Armaturen mit den ausgefällten Eisen- und Mangansalzen (meist Hydroxide) Schaden nehmen. Auch Umkehrosmoseanlagen dürfen nicht mit Eisen- und Manganverbindungen in Berührung kommen. Liegen die Konzentration über 0,1 mg/l Eisen bzw. 0,05 mg/l Mangan können diese Stoffe prinzipiell ausfallen und die Membran verblocken. Diese Ablagerunge sind nur sehr schwer wieder zu entfernen - bei Kleinumkehrosmoseanlage lohnt sich dieser Aufwand meist nicht. Ob Eisen- und/oder Manganablagerungen entstehen hängt von mehreren Faktoren ab: z.B. Konzentration der Stoffe, Sauerstoffkonzentration, Redoxpotential, u.a..

Für große Umkehrosmoseanlage gibt es mehrere Möglichkeiten, Membranen einer Umkehrosmoseanlagen vor Eisen- und Manganverblockungen zu schützen:

- Eisen und Mangan durch Zugabe von Redoxsubstanzen in Lösung halten; beide Stoffe werden gut zurückgehalten und landen nicht im Reinwasser der Anlage;
- Eisen und Mangan durch katalytische Oxidation vor der Membran ausfällen und abfiltrieren; die Reaktion ist stark vom pH-Wert des Wassers abhängig;
- Eisen und Mangan durch Oxidantien ausfällen und abfiltrieren.

Bestimmte Verbindungen wie z.B. Bariumsulfat oder Strontiumsulfat sind schwerlösliche Salze. Sie können sich bilden, wenn die Ionen Barium und/oder Strontium im Wasser in hohen Konzentrationen vorliegen; Konzentrationen < 0,1 mg/l (Weast 1985) sind bereits kritisch. Sulfat ist fast allgegenwärtig in Leitungswässern enthalten. So kann es passieren, dass durch die Konzentrierung des Wasser in der Umkehrosmoseanlage (das Reinwasser wird ja dem Rohwasser entzogen) die Löslichkeitsprodukte von Bariumsulfat und Strontiumsulfat überschritten werden. Es bilden sich praktisch unlösliche Salze, die die Membran zusetzen und damit unbrauchbar machen. Weitere kritische Verbindungen sind Calciumsulfat, Calciumfluorid und Siliciumdioxid.

Bei Großumkehrosmoseanlagen wird ein solches kritisches Wasser entweder mit einer Enthärtungsanlage behandelt oder Ausfällschutzstoffe zudosiert. Die Enthärtungsanlage tauscht Magnesium, Calcium, Barium und Strontium gegen Natrium aus, so dass keine kritischen Verbindungen entstehen können. Die Schutzstoffe (Antiscallants) umschließen die oben genannten zweiwertigen Ionen, so dass z.B. Sulfat nicht mehr an die Ionen herankommen kann - die unlöslichen Verbindungen können nicht mehr gebildet werden und die Membran ist geschützt. Für Kleinumkehrosmoseanlagen lohnt dieser Aufwand leider nicht, sowohl die Dosierung von Antiscallants als auch eine Enthärtungsanlage ist zu teuer. Lediglich ein vorgeschalteter Polyphosphatfilter kann die Lebensdauer der Membran ein verlängern.

Nachgeschaltete Filter

Bei einigen Rohwässern oder für bestimmte Anwendungen ist es sinnvoll, Spezialfilter hinter die Umkehrosmoseanlage zu schalten. Sie reichern das Reinwasser mit Stoffen an oder entfernen letzte Reste von unerwünschten Stoffen.

Reinstwasserfilter bei zu viel Kieselsäure

Trotz der hohen Rückhalteraten bei den modernen Niederdruckmembranen werden einige Stoffe nicht optimal zurückgehalten. Insbesondere

Kieselsäure kann auch im Reinwasser einer Umkehrosmoseanlage noch Probleme bereiten. Kieselsäure kommt entweder gegen (durch Auswaschungen durch Bodenschichten) im Trinkwasser vorkommen oder wird als Schutzstoff dem Leitungswasser zudosiert - meist jahreszeitlich abhängig. Eine Umkehrosmoseanlage unter Normalbedingungen entfernt ca. 80 ... 90% der im Rohwasser enthaltenen Kieselsäure. Das kann bei Konzentrationen von bis ca. 5 mg/l immerhin noch 0,5 ... 1 mg/l im Reinwasser ergeben.



Für Kleinumkehrosmoseanlagen gibt es 10“-Filter, in den eine Reinstwasserharzkartusche enthalten ist.

Die einfachste Möglichkeit, Kieselsäure aus Umkehrosmosewasser zu entfernen, ist einen Reinstwasserfilter der Umkehrosmoseanlage nachzuschalten. Dieser ist mit einer nachfüllbaren Kartusche ausgestattet, der ein Hochleistungs-Vollentsalzerharz enthält. Das Harz entfernt alle Restsalze inklusive der Kieselsäure bis auf weit unter 1 µS/cm Leitfähigkeit. Steigt die Leitfähigkeit des Reinstwassers auf über ca. 3 µS/cm an, muss die Harzfüllung des Reinstwasserfilters ausgetauscht werden. Mit einem elektrischen Leitfähigkeitsmesser ist dieser Punkt sehr leicht erkennbar.

Die Idee, nur mit einem Vollentsalzer ohne Umkehrosmoseanlage zu arbeiten, kann einem in den Sinn kommen. Aber man sollte bedenken, dass die Umkehrosmoseanlage bereits mindestens 95% der Wasserinhaltsstoffe entfernt - der Reinstwasserfilter muss somit nur noch die restlichen maximal 5% übernehmen. Um nur mit einem Vollentsalzer die gleiche Wasserqualität zu erzielen, muss der Filter mindestens 20mal größer ausgelegt oder 20mal öfter die Füllung ausgetauscht werden.

Aufhärtefilter / Mineralienfilter

Das mit einer Umkehrosmoseanlage produzierte Reinwasser ist sehr arm an Salzen und damit auch an Mineralien. Je nach Anwendungszweck ist es sinnvoll einen Aufhärtefilter hinter die Umkehrosmoseanlage zu schalten. Das im Rohwasser enthaltene Kohlendioxid - je härter das Ausgangswasser desto mehr Kohlendioxid ist enthalten - durchdringt die Umkehrosmosemembran fast ungehindert und bildet im Reinwasser Kohlensäure. Deswegen ist das Permeat immer saurer als das Rohwasser (siehe auch pH-Wert-Messung in salzarmen Wasser).

Die im Permeat enthaltene Kohlensäure kann im Aufhärtefilter das kalkhaltige Filtermaterial anlösen und es werden Hydrogencarbonat- und Calcium- bzw. Magnesiumionen - je nach verwendetem Filtermaterial - frei. Dem Reinwasser wurden somit einige Mineralien zugeführt. Bei gewünschten höheren Härten sollte zusätzlich noch CO_2 vor dem Aufhärtefilter eingegeben werden.

Aquariumtyp	Filtertyp
Meerwasser	Nur Umkehrosmoseanlage + evtl. Reinstwasserfilter
Amazonasbecken / Weichwasser	Nur Umkehrosmoseanlage; bei hohem Fischbesatz zusätzlich Aufhärtefilter
Gesellschaftsbecken	Umkehrosmoseanlage + Aufhärtefilter
Ostafrikanische Aquarien	Umkehrosmoseanlage + Aufhärtefilter + CO_2-Anschluss

Wartung einer Umkehrosmoseanlage / Automatisierung

Jede Anlage kann nur so gut funktionieren, wie sie bedient und gewartet wird. Die aquaristischen Umkehrosmoseanlage sind im Allgemeinen sehr einfach konstruiert. Doch einige Punkten müssen trotzdem eingehalten werden, um einwandfreies Wasser zu erzeugen.

Vorfilterwechsel

Wie weiter oben bereits erwähnt, sollten Umkehrosmoseanlage zumindest mit Aktivkohle und Feinfilter bzw. mit einem Kombifilter ausgestattet sein, um die Umkehrosmosemembran zu schützen. Ist die Anlage mit Filtergehäusen mit den passenden Filterkartuschen ausgestattet, sollten die Filterkartuschen alle 3 Monate überprüft werden - bei sehr verschmutztem Rohwasser auch öfter. Sehen die Filter nicht mehr gut aus (braun, rot-braun, grün, schwarz) sollten diese unbedingt ersetzt werden. Stark verschmutzte Vorfilter vermindern die Reinwasserqualität und können dazu führen, dass der Aktivkohlefilter nicht mehr seine Aufgaben - zerstören des Chlors - erfüllen kann. Spätestens alle 12 Monate sollten die Filterkartuschen ersetzt werden. Denn auch Bakterien wachsen im Trinkwasser und auf den Filtern.



Es gibt viele unterschiedliche Filter in verschiedenen Größen

Um die regelmäßige Kontrolle zu vereinfachen, gibt es Klarsichtgehäuse. Diese sollten jedoch nicht verwendet werden, wenn die Umkehrosmoseanlage sehr hell oder gar in der Sonne steht. Ansonsten würden Algen im Filtergehäuse wachsen und die Sicht auf den Filtereinsatz behindern. Denken Sie daran, dass die O-Ring der Vorfiltergehäuse auch verschleißen. Sie sollten mindestens bei jedem fünften Filterwechsel mit ausgewechselt werden.

Bei Einwegfiltern ist die Kontrolle nicht so einfach. Sie können entweder regelmäßig alle 6 bis 12 Monate gewechselt werden, oder der Feinfilter kann näher untersucht werden. Dazu wird der Feinfilter ausgebaut und die Fittings abgeschraubt. Sehen Sie durch die Gewindebohrung in den Filter. Ein neuer Filter sieht strahlend weiß aus.



neuer und gebrauchter Kombifilter

Membranpflege



Eine 2012 Kleinumkehrosmosemembran

Die Umkehrosmosemembran ist das Herzstück der Anlage und sollte gepflegt werden, damit sie lange gutes Wasser produzieren kann. Einerseits müssen die Vorfilter regelmäßig gewartet (siehe oben) und andererseits sollte sich um die Membran gekümmert werden. Während des Betriebs einer Umkehrosmoseanlage wachsen Bakterien auf der Membran und Partikel, die nicht von den Vorfiltern festgehalten werden (bei AquaCare-Anlagen unter 5 µm) lagern sich ab, weil das Wasser im Normalbetrieb sehr langsam an der Membran entlang fließt; bei Anlagen ohne Konzentratrückführung mit niedrigem Abwasser-Reinwasser-Verhältnis (hohe Ausbeute) besonders langsam. Darum sollte regelmäßig die Membran gespült werden. Durch Öffnen des Spezialkugelhahns oder des angeschliffenen Feinregulierventils (oder unbequemerweise durch Ausbau des Durchflussbegrenzers) wird die Wassermenge erhöht, so dass die Strömung einige Ablagerungen und Bakterien wegspült.

Wird eine Umkehrosmoseanlage außer Betrieb genommen, steht im Umkehrosmosemodulgehäuse konzentriertes Wasser und kann mit der Zeit gammeln. Deswegen sollte nach und vor der Wasserproduktion das Spülventil für kurze Zeit geöffnet werden, um Konzentrat bzw. "Gammelwasser" schnell wegzuspülen.



Umkehrosmoseanlage mit RO-Steuerung (automatisches Nachfüllen und Spülfunktion), Reinstwasserfilter und Reinstwassermessgerät

Moderne Umkehrosmosesteuerungen haben diese beiden Funktionen. Bei Start der Anlage wird das Spülmagnetventil kurz geöffnet, um altes Wasser zu entfernen und bei Produktionsstopp wird ebenfalls das Spülmagnetventil getätigt, damit Konzentrat gegen Rohwasser ersetzt wird. Die AquaCare-Steuerung hat sogar noch eine Standby-Spülfunktion, d.h. während der Produktionspause wird alle 24 Stunden die Anlage gespült, damit das Wasser in der Anlage nicht gammeln kann.

Besonders praktisch ist die Automatikfunktion. Zwei Schwimmerschalter werden im Umkehrosmosewasservorratsbehälter installiert. Fällt der Wasserstand unter den Minimumschalter startet die Anlage und produziert Wasser, bis der Maximumschalter erreicht wird.

Bestimmung der Wassermengen

Um die Leistung einer Umkehrosmoseanlage zu überprüfen, muss man zwei Wassermengen bestimmen. Dazu sollte man ein skaliertes Gefäß, z.B. Litermaß, und eine Uhr oder Stoppuhr benutzen - die Temperatur und der Druck des Wasser sollten ebenfalls bekannt sein.

Lassen Sie die Anlage für mindestens 15 Minuten laufen, ehe Sie eine Messung machen. Bestimmen Sie die Wassermenge, die in einer definierten Zeit produziert wird und rechnen diese auf "Liter pro Stunde" oder "Liter pro Tag" hoch. Z.B. in 1 Minute werden 70 ml Reinwasser produziert:

0,070 Liter * 60 Minuten * 24 Stunden = 100,8 Liter pro Tag. Nun muss diese Leistung auf den Normdruck (bei AquaCare und vielen anderen Produzenten 4,0 bar) berechnet werden. Wenn Sie z.B. einen Wasserleitungsdruck von 4,5 bar haben, teilen Sie die 100,8 Liter pro Tag durch 4,5 und multiplizieren anschließend mit 4,0: 89,6 Liter pro Tag. Weil die Wasserleistung auch von der Temperatur abhängig ist (siehe Kapitel "Wasserdruck"), sollte man die reale Messung auf die Normtemperatur anpassen. Dazu wird eine Umrechnungstabelle benötigt (siehe unten). Wenn z.B. die aktuelle Wassertemperatur 13°C beträgt, wird die ermittelte Reinwasserleistung mit dem Faktor (im Beispiel 1,10) multipliziert: die Membranleistung bei Normdruck und Normtemperatur beträgt: 89,6 Liter pro Tag * 1,10 = 98,56 Liter pro Tag.

Temperatur	Faktor	Temperatur	Faktor	Temperatur	Faktor
1°C	2,48	13°C	1,10	25°C	0,68
2°C	2,20	14°C	1,05	26°C	0,66
3°C	2,06	**15°C**	**1,00**	27°C	0,64
4°C	1,89	16°C	0,95	28°C	0,62
5°C	1,76	17°C	0,91	29°C	0,60
6°C	1,62	18°C	0,88	30°C	0,58
7°C	1,51	19°C	0,84	31°C	0,56
8°C	1,44	20°C	0,81	32°C	0,54
9°C	1,36	21°C	0,78	33°C	0,52
10°C	1,29	22°C	0,76	34°C	0,51
11°C	1,21	23°C	0,73	35°C	0,50
12°C	1,14	24°C	0,71		

Temperaturkorrekturtabelle für AquaCare-Kleinumkehrosmoseanlagen: die gemessene Reinwasserleistung wird mit dem Faktor, der durch die gemessene Temperatur gegeben ist, multipliziert, um eine Angabe bei Normtemperatur zu bekommen.

Die Abwassermenge oder Konzentratmenge wird ebenfalls ausgelitert und auf "Liter pro Stunde" oder "Liter pro Tag" hochgerechnet. In den obigen Beispiel könnten das 270 Liter pro Tag sein. Die Konzentratmenge ist kaum abhängig von der Temperatur und muss deshalb nicht der Normtemperatur angepasst werden. Teilen Sie die ermittelte Abwassermenge durch die ursprünglich gemessene Reinwassermenge, z.B. 270 Liter pro Tag / 100,8 Liter pro Tag = 2,4. Die Beispielrechnung ergibt ein Abwasser-Reinwasser-Verhältnis von 2,4 zu 1.

Die Ausbeute wird mit den gleichen Werten bestimmt:

$$\text{Ausbeute in \%} = 100 * \left(\frac{\text{Reinwassermenge}}{\text{Reinwassermenge} + \text{Abwassermenge}}\right)$$

Im Beispiel wären das 100,8 l/d / (100,8 l/d +270 l/d) = 0,265 oder 26,5%.

Bestimmung der Rückhalterate

Um die Rückhalterate der Membran zu testen, muss ein Wasserparameter bestimmt werden. Die genaueste Methode ist die Messung der elektrischen Leitfähigkeit (in µS/cm) oder mit einem TDS-Stick den Salzgehalt in mg/l oder ppm. Sind beide Geräte nicht verfügbar kann auch die Gesamthärte mit einem Tropfentest bestimmt werden.

Nachdem die Umkehrosmoseanlage für mindestens 1/2 Stunde in Betrieb ist, kann die Reinwasserqualität gemessen werden. Im Beispiel nehmen wir eine elektrische Leitfähigkeit von 15 µS/cm an. Um die Rückhalterate zu bestimmen ist ebenfalls die Leitfähigkeit des Rohwasser (meist Trinkwasser), z.B. 480 µS/cm. Nach dem Einsetzen der Werte in die untere Formel 1 - (15 µS/cm / 480 µS/cm) = 0,969 oder 96,9%.

$$\text{Rückhalterate} = 100 * \left(1 - \frac{\text{Konzentration}_{\text{Reinwasser}}}{\text{Konzentration}_{\text{Rohwasser}}}\right)$$

$$\text{Rückhalterate} = 100 * \left(1 - \frac{\text{TDS}_{\text{Reinwasser}}}{\text{TDS}_{\text{Rohwasser}}}\right)$$

$$\text{Rückhalterate} = 100 * \left(1 - \frac{\text{LF}_{\text{Reinwasser}}}{\text{LF}_{\text{Rohwasser}}}\right)$$

Die Rückhalterate kann durch Messung einer beliebigen Substanz, z.B. Wasserhärte, durch die Bestimmung des Salzgehaltes, z.B. mit einem TDS-Meter oder durch die Messung der elektrischen Leitfähigkeiten bestimmte und nach einer der obigen Formeln berechnet werden.

Rückhalteraten unter 90% sollten nicht akzeptiert werden, weil auch die Schadstoff dementsprechend schlecht zurückgehalten werden. Dass eine Membran nur für einen Stoff durchlässiger wird, gibt es nicht. Wenn die Rückhalterate sinkt, werden alle Stoffe schlechter zurückgehalten.

Sinnvoller Betrieb einer Umkehrosmoseanlage

Eine Umkehrosmoseanlage sollte so lange wie möglich am Stück in Betrieb sein. Ein häufiges Ein- und Ausschalten vermindert die Reinwasserqualität. Denn im Ruhezustand diffundieren die Wasserinhaltsstoffe - meist Salze - durch die Membran auf die Reinwasserseite, bis es einen Ausgleich gibt. Nur während des Betriebes kann der Wasserdruck den osmotischen Druck aufrechterhalten, so dass das Wasser in Konzentrat und Permeat aufgeteilt werden kann.

Praktisch gesehen, ist das erste Wasser, dass eine Umkehrosmoseanlage produziert, genauso schlecht wie das Rohwasser. Erst nach 1 bis ca.10 Minuten - abhängig von der Länge der Produktionspause und dem Membranalter - produziert die Anlage akzeptables Wasser. Wenn die Wasserqualität sehr wichtig ist, sollte das erste Wasser nicht benutzt werden. Bei größeren Anlage oder für den Laborbereich wird das automatisiert mit einem Permeatablassventil, dass solange das produzierte Permeat ins Abwasser leitet, bis die gewünschte Reinwasserqualität erreicht wird.

Soll Umkehrosmosewasser produziert werden, stellen Sie die Anlage an, verwerfen ggf. die ersten 2-3 Liter Reinwasser und produzieren dann so viel Wasser, wie Sie in ca. 1 Woche benötigen. Der Lagerbehälter für das Wasser sollte so groß wie möglich sein.

Drosseln Sie nie die Leistung einer Umkehrosmoseanlage, indem Sie z.B. den Vordruck senken. Die Wasserqualität wird einfach zu schlecht.

Lagerung einer Umkehrosmoseanlage oder einer Membran



Set zur Herstellung einer Desinfektionslösung

Wird eine Umkehrosmoseanlage für länger als 1 Woche außer Betrieb genommen sollten folgende Dinge beachtet werden:

- Lassen Sie das Wasser komplett aus Vorfilter, Membrangehäuse und evt. Nachfiltern heraus und verschließen die Gehäuse wieder sorgfältig. So kann stehendes Wasser nicht faulen.
- Drehen Sie das Rohwasser ab, auch wenn Sie eine automatische Befüllungsanlage (Umkehrosmosesteuerung) haben.
- Soll die Anlage für länger als 2-3 Monate außer Betrieb genommen werden, sollten Sie die Membran desinfizieren. Dazu lassen Sie das Wasser aus dem Membrangehäuse ab und füllen es mit Desinfektionsmittel auf (Bedienungsanleitung beachten!).

Wasserwechsel – Niveau

Ein praktischer Leitfaden für Wasserwechsel und Nachfüllsysteme



AquaCare GmbH & Co. KG
Am Wiesenbusch 11 - D-45966 Gladbeck - Germany
☏ +49 - 20 43 - 37 57 58-0 • 🖷: +49 - 20 43 – 37 57 58-90
www.aquacare.de • e-mail: info@aquacare.de

Warum Wasserwechsel?

In dem System Aquarium befindet sich im Vergleich zu natürlichen Biotopen sehr wenig Wasser pro Fisch. Deshalb müssen Vorkehrungen getroffen werden, damit die Wasserqualität in einem optimalen Zustand für die zu pflegenden Tiere bleibt. Filtersysteme, Heizung, Strömung, Kohlendioxiddüngung (Süßwasser), Nitrat-, Phosphatfilter und die Meerwassersysteme Kalkreaktor und Abschäumer sind u.a. wichtige Instrumente zur Wasserreinhaltung. Aber einige Stoffe sind nicht oder nur unzureichend mit diesen Mitteln zu entfernen - selbst Aktivkohle kann nicht alle Stoffe entfernen. Über diese Stoffe ist nicht viel bekannt, nur die Tatsache, dass sie ein aquatisches System auf längere Zeit zerstören können.

Die schwer oder nicht abbaubaren (persistente) Stoffe und einige Salze, die sich anreichern, müssen von Zeit zu Zeit aus dem Wasser entfernt werden. Mit Ozonzugabe oder katalytisch induzierter UV-Behandlung können diese Stoffe geknackt und im Biofilter abgebaut werden, aber ohne diese Techniken können sich die ungewünschten Stoffe akkumulieren.

Gerade im Meerwasserbereich wird die Thematik der Ionenverschiebung heftig diskutiert – dieser Effekt kann bei Systemen auftreten, bei denen kein Wasserwechsel vorgenommen wird (siehe dazu auch: Der Kohlenstoffkreislauf). Wissenschaftliche Untersuchungen über diesen Effekt sind uns leider nicht bekannt.

Auch für die Versorgung mit Spurenelementen (vornehmlich im Meerwasserbereich; im Süßwasserbereich taugt der Wasserwechsel zur Anreicherung mit Spurenelementen nicht!) ist der regelmäßige Wasserwechsel ein nicht zu ersetzendes Mittel. Es gibt zwar eine Reihe von Präparaten (siehe AquaCare Pflegelösungen), die Spurenelemente dem Ökosystem Aquarium zuführen, jedoch verbraucht jedes Aquarium eine unterschiedliche Menge dieser wichtigen Mikroelemente. Der Wasserwechsel gleicht diese Unterschiede aus.

Der Wasserwechsel ist somit sowohl für die Versorgung als auch für die Entsorgung ein wichtiger Faktor und trägt zur Stabilität eines jeden Systems bei.

Wie viel Wasserwechsel?

Wie viel muss nun Wasser gewechselt werden? Dazu gibt es sehr unterschiedliche Meinungen. Im Allgemeinen gilt, je höher das Aquarium belastet ist, desto mehr Wasser muss gewechselt werden. Im Meerwasserbereich werden geringe Wasserwechsel durchgeführt als im Süßwasserbereich. Je regelmäßiger der Wasserwechsel gemacht wird, desto gleichmäßiger ist die Wasserqualität.

Die Empfehlung von AquaCare:

Süßwasser-Gesellschaftsbecken	20...30% alle 1...2 Wochen
Süßwasser Barschbecken	5...10% alle 1...4 Wochen
Süßwasser Zuchtansatzbecken	100% kann Ablaichverhalten stimulieren
Süßwasser Aufzuchtbecken	30...50% alle 1...7 Tage
Meerwasseraquarien	1...10% pro Monat, bei sehr hohem Fischbesatz bis über 25% pro Monat

Wie macht man einen Wasserwechsel, wie füllt man nach?

Der Wasserwechsel sollte, außer beim Zuchtansatz im Süßwasser, so behutsam wie möglich gemacht werden. Das bedeutet, dass das Wechselwasser die gleiche Temperatur haben sollte wie das Wasser im Aquarium. Das Wasser sollte ebenfalls die gleiche chemische Qualität besitzen (z.B. Härte, Huminstoffe, Salzgehalt etc.). Schadstoffe wie Chlor, Pestizide, zu hohe Härte sollten sich auf keinen Fall im Wasser befinden. Im Meerwasserbereich sollte das frische Meerwasser schon einige Tage bewegt (Pumpe) sein, damit es im chemischen Gleichgewicht ist und nur noch wenige Radikale (Chlor-, Sauerstoffradikale) aufweist.

Die einfachste Methode für einen Wasserwechsel ist das manuelle Ablassen des Wassers und das Auffüllen mit frischem Wasser. Es muss darauf geachtet werden, dass keine Pumpen, Heizungen und Messketten trocken laufen können (das gilt auch für alle automatischen Methoden).

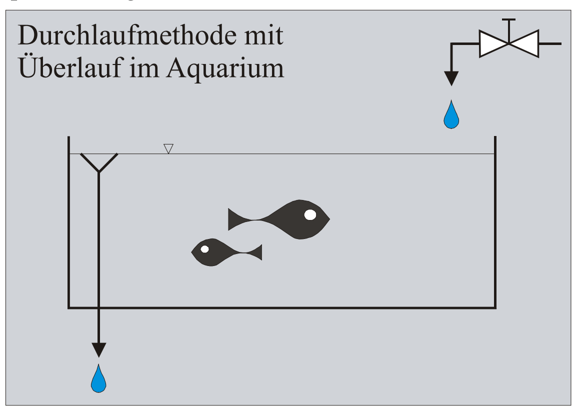
Verdunstetes Wasser wird je nach Wasserstand nachgefüllt - das Wasser sollte auf jeden Fall salzarm sein, damit sich Salze im Aquarium nicht anreichern können, z.B. Umkehrosmosewasser (RO), vollentsalztes Wasser (VE).

Im folgendem werden einige Methoden zur automatischen Nachfüllung und zum Wasserwechsel aufgeführt.

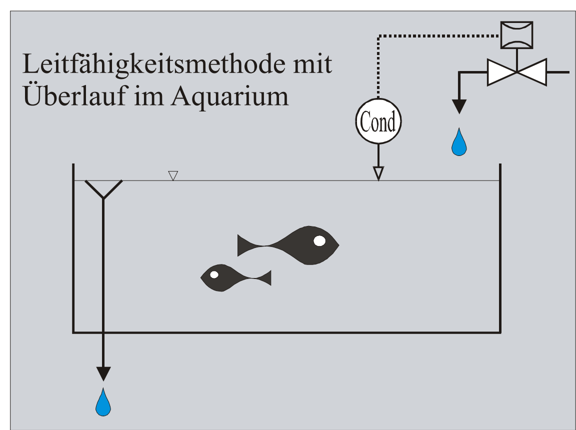
Die Durchlaufmethode

Im Süßwasserbereich (oder große Mengen an Meerwasser stehen zur Verfügung, z.B. am Meer) kann die Durchlaufmethode eine einfache Alternative zum manuellen Wasserwechsel und Nachfüllen sein. Das Aquarium muss allerdings einen Ablauf besitzen, so dass das zulaufende Wasser das Aquarium nicht zum Überlaufen bringt. Der Wasserzulauf wird so eingestellt, dass die gewünschte Wasserqualität (z.B. Nitrat oder Phosphat) erreicht wird. Wird Leitungswasser verwendet, kann der Zulauf mit einem Ventil einfach gedrosselt werden. Bei der Verwendung einer Umkehrosmoseanlage geht das nicht. Die Leistung der Anlage sollte je nach dem gewünschten Wasserwechsel ausgelegt sein. Ist sie zu groß, muss die Umkehrosmoseanlage zeitlich gesteuert werden. Eine Schaltuhr und ein Magnetventil wird dazu benötigt. Die Umkehrosmoseanlage sollte jedoch nicht zu oft ein- und ausgeschaltet werden - am besten einmal pro Tag einschalten, vorzugsweise am Tag, weil tagsüber der größte Stoffwechsel der Tiere statt-

findet. Ein Mineralienfilter härtet das Wasser automatisch auf. Die Spurenelemente / Dünger können ebenfalls mit Dosierpumpen dem Aquarium zugeführt werden.



Die Leitfähigkeitsmethode



Ebenfalls für den Süßwasserbereich funktioniert die Leitfähigkeitsmethode. Alle Tiere im Wasser verursachen aufgrund ihres Stoffwechsels eine Wasserverschmutzung, die den Salzgehalt langsam aber sicher erhöht. Wird die elektrische Leitfähigkeit gemessen, beobachtet man ihr stetiges Ansteigen. Hat das Leitfähigkeitsmessinstrument einen Regelausgang, kann damit der Frischwasserzulauf gesteuert werden. Das Aquarium muss allerdings einen Ablauf besitzen.

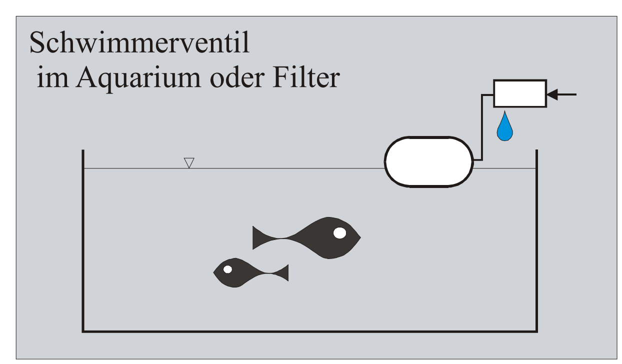
Es muss außerdem darauf geachtet werden, dass die Leitfähigkeitselektrode regelmäßig gereinigt und kalibriert wird. Das Nachfüllwasser kann mit Hilfe von Magnetventilen aus Vorratstank oder direkt aus der Wasserleitung dosiert, oder eine Umkehrosmoseanlage mit Magnetventil und eventuell Mineralienfilter kann angesteuert werden. Dabei muss darauf geachtet werden, dass die Schalthäufigkeit nicht zu groß ist (max. zweimal pro Tag) – die Hysterese muss am Regelgerät dementsprechend eingestellt werden.

Das Schwimmerventil

Eine einfache, kostengünstige und sichere Methode, verdunstetes Wasser nachzufüllen, ist das mechanische Schwimmerventil. Vorzugsweise im Filterbecken (auch im Aquarium möglich) wird das Ventil montiert. Sobald der Schwimmer sich senkt, öffnet sich das Ventil und lässt frisches Wasser nachlaufen. Im Meerwasserbereich sollte darauf geachtet werden, dass das Ventil abgeschaltet wird, wenn der Wasserwechsel längere Zeit in Anspruch nimmt. Sonst versucht das Ventil ständig Wasser nachzufüllen und verdünnt das Meerwasser.

Die Ventile funktionieren nur, wenn sauberes - also frei von Partikeln - Wasser benutzt wird. Andernfalls kann es verstopfen und jede Menge Ärger bringen. Bei Benutzung von Umkehrosmosewasser arbeiten die Ventile sehr zuverlässig - auch im Meerwasserbereich. Das Ventil darf nie in seiner Beweglichkeit behindert werden (z.B. durch Pflanzen, Verkrustungen). Die Ventile brauchen einen geringen Wasserdruck.

Im Allgemeinen (z.B. AquaCare Schwimmerventile) reicht es aus, dass der Vorratsbehälter wenige Zentimeter über dem Ventil steht. Eine Umkehrosmoseanlage kann nicht direkt angeschlossen werden. Der Vorratsbehälter muss chargenweise mit einer Umkehrosmoseanlage aufgefüllt werden. Als Notabschaltung kann aber auch der Vorratsbehälter mit einem Schwimmerventil ausgestattet werden. Sobald der Behälter gefüllt ist, kann kein Wasser mehr nachströmen - die Umkehrosmoseanlage verbraucht aber weiterhin Abwasser! Um den Vorratsbehälter mit Umkehrosmosewasser automatisch zu befüllen kann die Niveauschaltung benutzt werden (s.u.).



Das Schwimmerventil ist besonders für Aquariensysteme mit mehreren Aquarien geeignet.

Die Elektronische Niveauschaltung

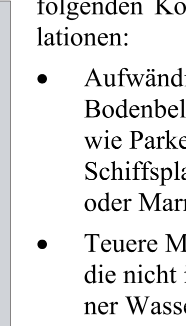
Nachfüllschaltungen gibt es in zwei Ausführungen. Die eine (Nachfüllautomatik) benutzt einen Schwimmerschalter bzw. Sensor, die andere zwei. Die erste Schaltung füllt sofort, wenn das Sollniveau unterschritten wird, mit Hilfe einer Pumpe Wasser nach. Bei dieser Schaltung ist es wichtig, dass die Schaltung zeitverzögert arbeitet, damit die angeschlossene Pumpe oder Magnetventil nicht zu häufig ein- und ausschaltet. Ideal kann die Nachfüllautomatik im Meerwasserbereich mit einem Kalkwasserreaktor kombiniert werden. Eine Umkehrosmoseanlage kann mit dieser Schaltung nicht angesteuert werden.

Die zweite Version schaltet ein, wenn der untere Pegel (Minimum) unterschritten wird, und schaltet erst wieder ab, wenn der obere Pegel (Maximum) erreicht wird. Diese Version schaltet also zwischen Minimum und Maximum. Wird eine Umkehrosmoseanlage mit der Niveauschaltung angesteuert, sollte die Anlage mindestens 1 Stunde in Betrieb sein, ehe sie wieder abschaltet. Der Abstand zwischen Minimum- und Maximumschalter sollte dementsprechend gewählt werden. Ein geringer Nachteil der Schaltung sind leichte Schwankungen des Salzgehalts. AquaCare bietet eine einfache Niveauschaltung für Umkehrosmoseanlage.

Es ist darauf zu achten, dass im Meerwasser- und im Reinstwasserbereich (<10 µS/cm) Schwimmerschalter verwendet werden. Sensoren , die die elektrische Leitfähigkeit des Wasser ausnutzen, können bei zu niedriger Leitfähigkeit nicht schalten und im Meerwasserbereich

führen Salzfilme oder -krusten zu falschen Zuständen. Im Süßwasserbereich oder Umkehrosmosewasserbereich sind Elektroden eine gute und kostengünstige Alternative. Sowohl Sensoren als auch Schalter sollten von Zeit zu Zeit gereinigt werden, damit eine sichere Funktion gewährleistet ist.

Nachfüllautomatik im Aquarium oder Filter



Nachfüllautomatik, bei der Nachfüllwasser automatisch aus einem Behälter in das Aquarium gepumpt wird. Der Nachfüllwasserbehälter muss von Hand befüllt werden, z.B. mit Umkehrosmosewasser

Umkehrosmosesteuerung im Aquarium oder Filter

Max
Min
RO-Anlage

Nur bei großen Aquarien kann Wasser aus einer Umkehrosmoseanlage direkt in das Aquarium gefüllt werden. Minimum und Maximum müssen so gewählt werden, dass die Umkehrosmoseanlage mindestens 1 Stunde in Betrieb ist, um von Minimum auf Maximum zu füllen.

Nachfüllsystem im Aquarium oder Filter

RO-Anlage
Max
Min
RO-Tank

Bei kleinen Aquarien muss zwischen Umkehrosmoseanlage und Aquarium ein Umkehrosmosetank geschaltet werden. Ansonsten würde die Umkehrosmoseanlage zu kurz in Betrieb

sein, oder die Wasserstandsschwankungen im Aquarium sind zu groß.

Sicherungsmaßnahmen bei Wassernachfüllsystemen

Jede Technik kann einmal ausfallen. Gerade wenn Wasser automatisch fließen sollen, ist es ratsam Sicherheitsmaßnahmen zu treffen. Wasseraustritt verursacht hohe Schäden bei folgenden Konstellationen:

- Aufwändige Bodenbeläge wie Parkett, Schiffsplanken oder Marmor.
- Teuere Möbel, die nicht in einer Wasserpfütze stehen sollten.
- Das Aquarium steht nicht im Keller und kann im Falle einer Leckage darunter liegende Wohnungen oder Betriebe in Mitleidenschaft ziehen.

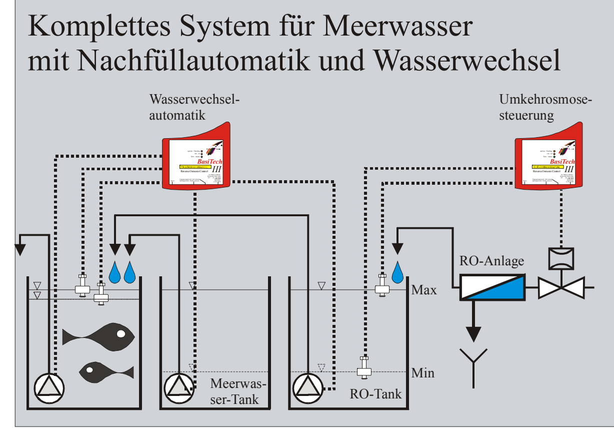
Um allgemeine Leckagegefahren zu bannen oder zumindest anzuzeigen, können folgende Maßnahmen getroffen werden. Einige sind allerdings nur mit hohem Aufwand nachträglich zu schaffen.

- Notüberlauf am Aquarium und Filterbecken, der mit dem Abwassersystem verbunden ist.
- Das komplette Aquariumsystem steht in einer Wanne (Kunststoff oder Beton), die mittels Überlauf am Abwassersystem angeschlossen ist.
- Installierung eines Feuchtwarngerätes, dass Alarm gibt – es werden auch Systeme angeboten, die im Falle eines Alarms eine SMS oder email senden.

Nachfüll- oder Wasserwechselanlagen können auf unterschiedliche Weise abgesichert werden.

- Eine zweite Nachfüllanlage wird installiert, an die die erste Anlage angeschlossen ist (Serienschaltung). Die Schwimmerschalter der Notanlage sollte ein Stück höher installiert werden, als die der Normalanlage.
  Wird direkt Leitungswasser / oder Umkehrosmosewasser nachgefüllt sollte ein zusätzliches Magnetventil (in Serie) installiert werden.
- Ein zweiter Schwimmerschalter kann zusätzlich installiert werden. Je nach Hersteller muss dieser Schalter parallel (z.B. AquaCare) oder in Serie geschaltet werden.
- Lassen Sie Nachfüllwasser nur sehr langsam nachlaufen, so dass die Automatik selten aber dafür lange schaltet. Bei einer Fehlfunktion kann das langsam fließende Wasser nicht so schnell zu Schäden führen.

Ein ganz wichtiger Punkt, der allzu oft vernachlässigt wird: mechanische Schwimmerschalter im Meerwasser oder Pflanzenbecken müssen regelmäßig auf Verschmutzungen überprüft und gereinigt werden. Sonst ist der Ausfall nur eine Frage der Zeit und die Überschwemmung ist da.



Ein System, dass vollständig einen regelmäßigen Wasserwechsel durchführt und verdunstetes Wasser nachfüllt. Der Umkehrosmosetank wird automatisch befüllt; das Meerwasser muss per Hand produziert werden.

Rund um die Abschäumung



AquaCare GmbH & Co. KG
Am Wiesenbusch 11 - D-45966 Gladbeck - Germany
☏ +49 - 20 43 - 37 57 58-0 • 🖷: +49 - 20 43 – 37 57 58-90
www.aquacare.de • e-mail: info@aquacare.de



Fische müssen gut gefüttert werden, damit sie prächtig gedeihen und widerstandsfähig bleiben. Gleichzeitig verursacht die Fütterung die Bildung von Abfallstoffen (Bild: Othmar Pötsch)

Warum Abschäumung

In allen Aquarien werden laufend Abfallstoffe produziert. Fische scheiden einen Großteil des aufgenommenen Futters in Form von Ammonium / Ammoniak (= NH_x), Proteinen (Eiweiße), deren Bausteine (Aminosäuren) und Faserstoffe (Ballaststoffe) aus. Damit sich die Fische im Laufe der Zeit nicht selbst vergiften, müssen diese Stoffe entfernt bzw. zu ungiftigeren Produkten umgewandelt werden.

Mit Hilfe der biologischen Filterung können fast alle Abbauschritte bis zu Kohlendioxid, Wasser, Nitrat, Phosphat und Sulfat durchgeführt werden. Die Endprodukte reichern sich jedoch an. Der wichtigste biologische Filter im Meerwasseraquarium sind hochwertige Lebende Steine. Andere Filtersysteme wie Rieselfilter, das System nach JAUBERT, der Schlammfilter nach LENG SY, Pflanzenfilter mit Makroalgen oder Mangroven, Algenrasenfilter (algae turf filter) nach ADEY & LOVELAND oder Refugien, die im Bypass am Aquarium angeschlossen sind, arbeiten ebenfalls mit Hilfe der Biologie.



Klein- und Großabschäumer haben sich in der Meerwasseraufbereitung bewährt. Foto: AquaCare

Mit Hilfe der Abschäumung oder Flotation werden Proteine sofort aus dem Wasser entfernt, ohne dass sie mikrobiologisch zu den Endprodukten oxidiert werden. Die Folge ist ein wesentlich geringerer Anstieg der Endprodukte, insbesondere Nitrat und Phosphat. Das Wasser wird weniger belastet, das Redoxpotential liegt höher, die Tiere fühlen sich wesentlich wohler.

Bei plötzlicher Belastung, z.B. durch ein totes Tier oder verstärkter Fütterung, kann ein biologischer Filter nur sehr langsam auf die "Mehrarbeit" reagieren. Insbesondere die nitrifizierenden Bakterien (*Nitrosomonas*- und *Nitrobacter*-Gruppe) haben Anpassungszeiten von mehreren Tagen. Die Flotation jedoch reagiert sofort und kann eine Anreicherung der giftigen Zwischenprodukte NH_x und Nitrit verhindern oder zumindest abschwächen.

Je höher die Belastung ist also je mehr Fische im Aquarium sind und gut gefüttert werden desto wichtiger ist ein Abschäumer. Sehr niedrig belastete Systeme können sehr wohl ohne Abschäumer auskommen.

Das Prinzip der Abschäumung

Proteine haben die Eigenschaft, sich an Oberflächen anzulagern. Bei der Flotation wird mit Hilfe sehr vieler und sehr kleiner Luftbläschen eine gewaltige Oberfläche geschaffen. Die Proteine lagern sich an der Oberfläche an (statische Anziehung, Adsorption). Zusätzlich können an die angelagerten Proteine andere Stoffe andocken: Schmutzpartikel, tote Zellen (Bakterien, Algen, Pilze) und zum Teil Metalle (für eine ausreichende Spurenelementversorgung sollte gesorgt werden!).



Ein Zusammenleben von Weich- und Steinkorallen, Anemonen und Fischen ist in der mo-

dernen Aquaristik ohne Abschäume kaum möglich. Foto: AquaCare



Das Flotat eines Abschäumers sollte eine dunkle Farbe aufweisen. Somit ist eine hohe Anreicherung der Abfallstoffe gewährleistet. Foto: AquaCare

Voraussetzung für eine funktionierende Flotation ist eine geringe Luftbläschengröße (Durchmesser unter 1 mm), ein Salzgehalt von mindestens 15‰ und ein nicht zu hoher Fettgehalt.

Die Effektivität der Flotation hängt von einigen Faktoren ab:

- Je höher die Temperatur ist, desto schneller adsorbieren Proteine an den Luftbläschen.
- Je kleiner die Blasen, desto mehr Oberflächen und damit Abschäumleistung.
- Je länger die Kontaktzeit, desto besser die Flotation.
- Je niedriger die Turbulenzen (Verwirbelungen) im Reaktionsrohr (Kontaktrohr), desto weniger Proteine und anhaftende Schmutzstoffe werden wieder von der Luftblase abgelöst.
- Je geringer die Proteinbelastung im Aquarium, desto größer ist die prozentuale Abschäumausbeute.
- Ozonzugabe zur Luft fällt weitere Abfallstoffe aus und lädt ungeladene Proteine statisch auf, so dass diese Stoffe ebenfalls abgeschäumt werden können. Die Proteinabschäumung wird mit Ozon um 30% gesteigert. Mit Ozon arbeitet ein Abschäumer gleichmäßiger, d.h. bei plötzlicher Futterzugabe neigt der Abschäumer weniger zum Überschäumen.

Zusätzliche Nutzen der Flotationstechnik

Während der Flotation wird eine hohe Luftmenge mit Wasser in Berührung gebracht. Durch die patentierte Gasblasenführung in der Flüssigkeit wird der Sauerstoffgehalt mit dem AquaCareFlotor 2 mg/l über den Sättigungswert angehoben. Sauerstoffdefizite durch die Atmung der Tiere und der Biofilter werden ausgeglichen.

Kohlendioxid wird von Pflanzen (Algen) und vielen Tieren (Korallen mit Zooxanthellen) im Meeraquarium ständig verbraucht, so dass die Karbonathärte fällt und der pH-Wert des Wasser tagsüber zu stark ansteigt. Der AquaCareFlotor reichert das Wasser effektiv mit Kohlendioxid an und verhindert dieses Problem.

Der Bakteriengehalt wird erheblich gesenkt - auf ca. 20%. Feinste Schmutzstoffe und Fällprodukte (z.B. Phosphat-minus) werden schnell dem Wasser entzogen und sorgen für kristallklares Wasser. Die Farben der Tiere wirken besser.

Varianten der Flotationstechnik

Für die Blasenerzeugung werden unterschiedliche Verfahren verwendet:

- **Luftausströmer** aus Holz oder anderer Materialien: die älteste Methode, Luft feinperlig im Meerwasser zu erzeugen, ist der Ausströmerstein.



Mit nur wenig Druck (ca. 100...150 mbar) wird Luft durch ein feinporiges Material geleitet. Die Blasengröße wird entscheidend durch die Größe und Gleichmäßigkeit der Poren beeinflusst. Die Holzart spielt keine Rolle, sofern die Struktur der Poren gut ist. Bei kleinen Abschäumern (bis ca. 1000 - 2000 l/h Durchsatz) ist diese Methode im Vergleich zu den anderen Prinzipien unübertroffen. Voraussetzung ist allerdings, dass die Ausströmer regelmäßig alle 4 bis 12 Wochen ausgetauscht werden. Mit der Zeit setzen sich die Poren zu, sodass weniger und größere Blasen erzeugt werden. Ozonzugabe verstärkt die Alterung der Ausströmer. Zusätzlich wird eine Luftpumpe benötigt.

- **Venturi-Düse oder Injektor**: Der Injektor ist eine Düse, in der die benötigt Luft durch einen Wasserstrahl mitgerissen wird.



Bei richtiger Konstruktion ist die Gefahr des Verkalkens oder Versalzens sehr niedrig. Leider werden einige Injektoren aus Kostengründen nicht richtig ausgelegt und verändern so schnell die Lufteinzugsmenge mit der Zeit. Diese zumeist sehr kleinen Venturi-Düsen müssen oft gereinigt werden. Die Blasengröße ist direkt abhängig von dem anliegenden Druck, d.h. je höher der Pumpendruck ist, desto kleiner werden die Blasen. Bei ca. 1 bar Druck ist die Blasengröße von denen der Holzausströmer nicht mehr zu unterscheiden. Da der Druck von einer starken Pumpe erzeugt werden muss, liegt der Energieaufwand bei Injektoren über dem der anderen Prinzipien. Aber dafür ist die Wartung bei guten Injektoren extrem gering.

- **Dispergator**: der Dispergator erzeugt durch ein modifiziertes Pumpenrad (z.B. Nadelrad) Luftblasen, die durch einen sehr kleine Injektor (am Pumpenansaugstutzen) eingesaugt werden.

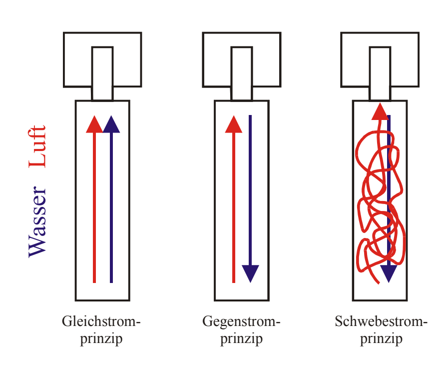


Die Luftblasen sind erheblich größer als die der Ausströmer oder guter Venturidüsen. Der größte Vorteil ist, dass eine energiesparende Pumpe verwendet werden kann und keine zusätzliche Luftpumpe benötigt wird.

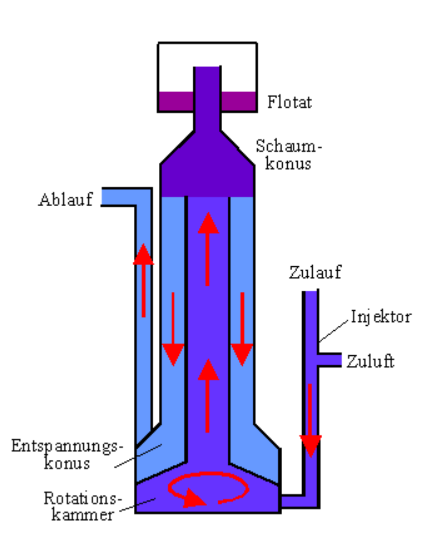
Dieser Vorteil wird allerdings durch den z.T. sehr hohen Verschleiß teuer erkauft. Die Kräfte (Kavitation), die durch das Wasserluftgemisch am Rotor der Pumpe entstehen sind gewaltig. Die sogenannten Kavitationskräfte können instabil gebaute Pumpen (viele Synchronläufer) innerhalb weniger Tage zerstören. Selbst bei robusten Pumpen (z.B. EHEIM Universalpumpen) sind die Laufzeiten erheblich geringer als bei konventionell betriebenen Pumpen. Mit zunehmenden Verschleiß erhöht sich die Lautstärke der Pumpe. Aus diesen Gründen setzt AquaCare keine Dispergatorpumpen ein.

- **Fallstromprinzip**: die neueste Variante der Lufterzeugung wird durch einen Wasserstrahl, der an bestimmten Einbauten (z.B. Bioballe) bricht, erzeugt. Die Höhe der Einbauten (Bioballsäule) und der Wasserstrahldruck sind entscheidend für die Blasengröße. Das Prinzip funktioniert somit nur bei hohen Systemen, die mit einer starken Pumpe betrieben werden. Bei richtiger Konstruktion ist das Fallstromprinzip eine gute Alternative - vorausgesetzt, dass die weitere Konstruktion des Abschäumers keine Fehler aufweist.

Die verschiedene Führung von Luft- und Wasserstrom lässt verschiedene Varianten unterscheiden:



- **Gleichstromprinzip**: Wasser und Luftblasen bewegen sich im Reaktionsrohr von unten nach oben - also in die gleiche Richtung. Die Kontaktzeit des Abschäumers ist gering.
- **Gegenstromprinzip**: Das Wasser wird von oben nach unten durch das Reaktionsrohr, die Luft von unten nach oben geleitet. Die Kontaktzeit wird mit diesem Prinzip erhöht - die Abschäumung funktioniert besser.
- **Schwebestromprinzip (Jülicher-Prinzip)**: Das mit Luft angereicherte Aquarienwasser wird an der tiefsten Stelle in das Gerät geleitet. Da sich der höchste Druck in diesem Abschnitt befindet, wird der Gasaustausch verbessert. Das Wasser-Luft-Gemisch steigt im Reaktionsrohr auf. Dort bildet sich die eiweißhaltige Schaumsäule. Ein Teil der Luftblasen wird durch den Wasserstrom abwärts durch das äußere Rohr gedrückt. Am Entspannungskonus verlangsamt sich die Wasserströmung infolge des größeren Rohrquerschnitts. Die Luftblasen bleiben durch dieses Prinzip besonders lange im Wasser und lagern wesentlich mehr Protein an. Nach langer Kontaktzeit gelangen die Blasen wieder in den Schaumabschnitt. Der Schaum steigt nach oben und wird langsam entwässert. Im Auffangbecher gelangt der feste, mit Abfallstoffen beladene Schaum. So werden Abfallstoffe wirksam und sicher aus dem Aquarium entfernt.



Kann zuviel abgeschäumt werden?

AquaCare meint, dass eine zu starke Abschäumung nicht stattfinden kann. Je größer der Abschäumer, desto sauberer ist das Wasser. Um jedoch Mangelerscheinungen vorzubeugen, ist es bei überdimensionierten Abschäumern unerlässlich, Spurenelemente zu dosieren. Auch kann bei überdimensionierten Abschäumern, großzügiger mit Futter für Fische und Niedere Tiere (z.B. Plankton) umgegangen werden. Tiere, die gut gefüttert werden, sind unanfälliger gegenüber Krankheiten, leben naturnäher und zeigen ein natürlicheres Verhalten. Grundsätzlich gilt, dass die Größe oder ob überhaupt ein Abschäumer an das Aquarium angeschlossen wird, allein vom Besatz und damit vom Futtereintrag abhängt.

Als Faustregel gilt: wenn weder Phosphat noch Nitrat nachweisbar sind, muss durch bessere Fütterung kompensiert werden: mehr Fische, mehr Füttern, Planktonzugaben für Korallen, etc.. Leider leiden noch viele in Aquarien gehaltene Fische Hunger.



Für ein harmonische Miteinander spielt die Wasserqualität auch eine Rolle.
Foto: AquaCare

Qualitätsmerkmale eines Abschäumers



AquaCare GmbH & Co. KG
Am Wiesenbusch 11 - D-45966 Gladbeck - Germany
☏ +49 - 20 43 - 37 57 58-0 • 🖷: +49 - 20 43 – 37 57 58-90
www.aquacare.de • e-mail: info@aquacare.de



Die Leistung verschiedener Abschäumer zu vergleichen, ist wohl das schwierigste oder auch das teuerste Unterfangen, dass man sich vorstellen kann. Eine absolute Aussage kann nur mit einem Test getroffen werden, bei dem die zu vergleichenden Abschäumer an ein und dem selben System gleichzeitig angeschlossen werden. Der Testsieger schäumt am längsten und nimmt den anderen mehr oder weniger die abschäumbaren Substanzen vor der Nase weg. Der finanzielle Aufwand für einen umfassenden Test ist augenscheinlich und kann deswegen weder von Herstellern (die Branche ist extrem klein verglichen mit z.B. High-Fi- oder Photobranche, die regelmäßig Test durchführen können), noch vom Zoofachmarkt oder gar vom Aquarianer durchgeführt werden.



Traumhafte Meerwasseraquarien sind ohne Abschäumer nur sehr schwer möglich. Foto: AquaCare.

Es gibt nur einige Regeln, die hier aufgeführt werden können, um sich ein Bild eines Abschäumers machen zu können. Je mehr positive Eigenschaften ein Abschäumer erfüllt, desto besser ist die Aussicht, einen guten erwischt zu haben. Dennoch ist es unmöglich mit diesen Kriterien zu entscheiden, ob z.B. ein kurzer Gegenstrom-Abschäumer mit Holzausströmer aus Plexiglas besser ist als ein hoher Gleichstrom-Abschäumer mit Venturidüse aus PVC. Das kann wirklich nur in einem direkt vergleichenden Test entschieden werden.

Höhe des Abschäumers

Grundsätzlich gilt, dass höhere Abschäumer der gleichen Bauart eine bessere Leistung bringen, als kurze Abschäumer. Diese Regel gilt bis zu einer Höhe von ca. 2 Metern. Bei Höhen von über ca. 2 Metern ist eine Leistungssteigerung durch Bauhöhenvergrößerung nicht mehr zu erreichen; im Gegenteil: die Leistung kann sogar noch vermindert werden. Zu erklären ist das mit dem Wasserdruck. Wenn ein kleines Luftbläschen im unteren Teil des Abschäumers erzeugt wird (Injektor, Holzausströmer, etc.) und aufsteigt, wird es durch den abnehmenden Wasserdruck größer. Größere Luftblasen haben aber bei gleichem Volumen (auf Normdruck bezogen) eine geringere Oberfläche als kleinere Luftblasen. Die Oberfläche ist aber sehr wichtig für die Leistung (s.u.). Der Gasaustausch bei höheren Systemen ist ebenfalls besser und sollte beachtet werden (zu viel CO_2 wird ausgetrieben; Sauerstoff angereichert). Bei hohen Systemen verweilt die einzelne Luftblase länger im Wasser als bei niedrigen Abschäumern des gleichen Prinzips. Diese Kontaktzeit ist wichtig, für den eigentlichen Adsorptionsprozess der abschäumbaren Stoffe an der Luftblase (s.u.).

Fallstromabschäumer müssen wegen des Prinzips der Lufterzeugen auf jeden Fall im Lufterzeugungssystem entweder eine hohe Bauhöhe haben oder müssen mit einem scharfen Wasserstrahl betrieben werden. Ansonsten ist die Blasenproduktion nicht effektiv genug.

Luftblasengröße



Blasen sollten einen Durchmesser von unter 1 mm haben, um eine große Oberfläche zu erzeugen. Foto: AquaCare ACF3000V-170 mit Injektor bei 35‰ Salzgehalt, 15°C, eingefahrenes Riffaquariumwasser, Blasengröße: durchschnittlich kleiner 0,7 mm

Die Luftblasengröße beeinflusst direkt die zur Verfügung stehende Oberfläche (siehe Prinzip der Abschäumung). Je mehr Oberfläche mit dem gleichen Luftvolumen geschaffen wird, desto effektiver ist die Abschäumung. Der Aquarianer kann leider nicht die Blasengröße beurteilen. Auch gibt es keine objektiven Tests, die Aufschluss darüber geben können. Grundsätzlich gilt, dass für

die verschiedenen Blasenerzeugungssystem unterschiedliche Kriterien gelten.

Venturi = Injektor:
je höher der Arbeitsdruck, desto besser das Blasenbild

Ausströmer:
je feinporiger die Poren und niedriger der Arbeitsdruck, desto feiner die Blasen (siehe Luftausströmer für die Meerwasseraquaristik)

Fallstromabschäumer:
je höher die Rieselsäule, je mehr Druck aus der Zuführungsleitung, je kleiner die Rieselkörper, desto besser das Blasenbild

Dispergator:
je größer das Pumpenrad, je höher die Umdrehungszahl, je feiner die Einbauten am Pumpenrad desto besser das Blasenbild

Unserer Meinung nach haben neue, qualitativ hochwertige Holzausströmer zu Beginn ein besseres Blasenbild als Kleininjektoren. Mit der Laufzeit verschlechtert sich die Leistung des Holzausströmer; die Leistung des Injektors hingegen bleibt konstant. Ab ca. 1 bar (10 m Wassersäule) Arbeitsdruck am Injektor (Großabschäumer z.B. AquaCareFlotor 6000V und größer) sind keine Unterschiede der Blasenqualität mehr zwischen Holzausströmern und Venturidüsen feststellbar.

Kontaktzeit Luft - Wasser?

Der Abschäumprozess beruht auf dem Prinzip der Adsorption. Dieser Prozess ist relativ langsam, so dass die Kontaktzeit, in der sich die einzelne Gasblase im Wasser befindet, für die Abschäumung wichtig ist. Je länger die Kontaktzeit desto besser die Abschäumung. So kann die Leistung folgendermaßen aufsteigend eingeteilt werden:

Gleichstromprinzip < Gegenstromprinzip < Schwebestromprinzip (Infos dazu Prinzip der Abschäumung)

Wie oben erwähnt hat die Bauhöhe ebenfalls Einfluss auf die Kontaktzeit. - Doch wie kann man die durchschnittliche Kontaktzeit einer Luftblase messen? Eine wissenschaftliche Methode ist uns nicht bekannt. Aber eine grobe Übersicht kann man mit einem einfachen Versuch bekommen. Bei einem Abschäumer, der an einem Aquarium in Betrieb ist, wird einfach die Luftzufuhr gestoppt (Luftpumpe aus; Ansaugrohr vom Injektor oder Dispergator zuhalten). Die Zeit, bis keine Luftblase mehr im Hauptrohr zu sehen ist, wird mit einer Stopuhr gemessen. Bei diesem Versuch wird zwar nach dem Verschließen der Luftzufuhr die Luft- und Wasserführung geändert (es wird mehr Wasser gefördert, weil an Venturi und Dispergator der Energieaufwand zum Luftansaugen nun ausschließlich zur Wasserförderung eingesetzt wird) und die durchschnittliche Dichte des Wasser-Luft-Gemisches, aber als grober Anhaltspunkt kann dieser einfache Test durchgeführt werden.

Luft- und Wassermenge

Die meistgestellte Frage ist immer die nach dem Lufteinzug eines Abschäumers. Es stimmt zwar, dass mehr Luft mehr Oberfläche erzeugen kann. Aber genauso wichtig ist die Frage, wie lange diese Luft im Abschäumer verbleibt. Je länger die Luft im Abschäumer verbleibt (je höher die Kontaktzeit) desto weniger Luft wird benötigt.



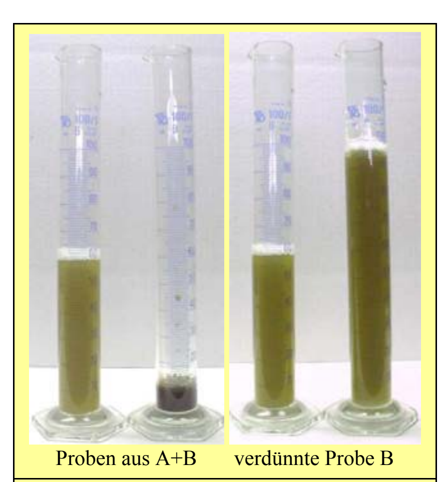
Mit Durchflussmessern (hier z.B. nach dem Schwebekörperprinzip) können sowohl Wasser- als auch Luftmengen gemessen werden. Foto: AquaCare

Die Wassermenge, die durch einen Abschäumer fließen soll, wird in der allgemeinen Aquarienliteratur mit 1 bis 1,5 mal das Beckenvolumen pro Stunde angegeben. Dabei wird überhaupt nicht beachtet, wie effektive der Abschäumer ist. AquaCare-Abschäumer können aufgrund der höheren Abschäumleistung schon bei 0,7 mal das Volumen pro Stunde eingesetzt werden. Ein effektiv arbeitender Abschäumer kann mit einem geringeren Durchsatz besser reinigen als ein uneffektiv arbeitender mit hohem Wasserdurchsatz. Vergleiche sind also eigentlich nicht durchführbar. - Die Größe des Aquariums spielt ebenso eine Rolle: kleine Aquarien sollten prozentual mehr Wasser durch den Abschäumer reinigen lassen als große Aquarien. Denn einerseits sind kleiner Aquarien biologisch, chemisch und physikalisch nicht so stabil wie große und andererseits ist der Tierbesatz in großen Aquarien auf das Volumen bezogen kleiner (mehr Freiwasserraum).

Wichtig ist auch, dass der Abschäumer am System so installiert ist, dass er gut mit Schmutzwasser versorgt wird. Es ist darauf zu achten, dass der Abschäumer nicht das gereinigte Wasser selbst wieder ansaugt (hydraulischer Kurzschluss) - bei vielen Filtersystemen leider immer wieder zu sehen. Bei nicht direkt am Aquarium angeschlossen Abschäumern sollte beachtet werden, dass das Filterbecken einen höheren Wasserdurchsatz hat, als der Abschäumer. Andernfalls macht der Abschäumer das Filterbeckenwasser schön sauber, aber das verschmutzt Wasser vom Aquarium wird viel zu langsam zum Abschäumer transportiert. Der Abschäumer steht immer in Konkurrenz zur bakteriologischen Reinigung des Aquariums und muss deshalb gut mit Schmutzwasser versorgt werden. Fließt effektiv ca. 5 mal das Beckenvolumen pro Stunde durch das Filterbecken gibt es keine Probleme.

Erzeugte Flotatmenge und -qualität

Bei der erzeugten Flotatmenge eines Abschäumers wird sehr kontrovers diskutiert. Es wird oft nur die eigentliche Menge als Vergleich herangezogen. Aber die Konzentration der Schmutzstoffe spielt die gleiche Rolle. Eine objektive Leistungsangabe wäre das Produkt von Menge mal der Konzentration. So können 50 ml eines hochkonzentrierten Flotats mehr Abfallstoffe aufweisen als 2 Liter eines niedrigkonzentrierten Flotats. Ein grober Richtwert für die Konzentration ist die Färbung des Flotat. Ein tiefschwarzes Flotat ist normalerweise konzentrierter als ein hellbraun, durchscheinendes "Süppchen". Sollen unterschiedliche Flotate miteinander verglichen werden, sollte das dunkle, hochkonzentrierte Flotat so weit mit Wasser verdünnt werden, das es die Farbe des hellen Flotats aufweist. Wer ein Photometer hat, kann die Verdünnung mit Hilfe der Extinktionsmessung genauer durchführen. Wichtig ist, das die Flotate homogen sind und keine "Klumpen" aufweisen. Außerdem sollten vergleichbare Aquarien getestet werden. Zum Beispiel ist das Flotat aus extrem kalten Aquarien (Arktis, Antarktis) schneeweiß anstatt braun bis schwarz bei tropischen Systemen.



Proben aus A+B verdünnte Probe B

Versuch:
zwei Abschäumern am gleichen System schäumten in der gleichen Zeit ab:

Abschäumer A produzierte 59 ml, Abschäumer B (etwas dunkleres Flotat) nur 9 ml.

Abschäumer A hat somit 6-7 mal mehr Flotat produziert.

Das dunklere Flotat (Abschäumer B) wurde so weit verdünnt, dass die Färbung der Flotate übereinstimmt. Das Flotat von Abschäumer B musste auf 98 ml verdünnt werden. Somit hat Abschäumer B eine 1,7 mal höherer Leistung erbracht, obwohl weniger ml abgeschäumt wurden. Abschäumer B produziert Schaum fast 11mal höher konzentriert.

Fazit:
auf den ersten Blick ist ein direkter Vergleich von der Leistung nicht zu machen. Erst nach Verdünnung der dunkleren Probe kann eine Aussage getroffen werden.

Flotatablauf oder kein Flotatablauf? Bei Großabschäumern kann die Frage eindeutig mit Ja beantwortet werden, weil ein gefüllter Flotattopf auf Grund des Gewichtes nicht mehr tragbar ist. Bei Kleinabschäumern muss die Antwort jedoch differenzierter ausfallen. Ist ein Ablauf installiert, kann das Flotat mittels eines Schlauches sofort in einen Abfluss geleitet werden. Aber die Erfahrung hat gezeigt, dass dann Kontaktrohr und Konus nicht genügend oft gereinigt werden. Aber genau diese Reinigung ist ausschlaggebend für eine hohe Abschäumleistung.

Wasser- und Luftführung (Turbulenzen)

Weitere bautechnische Probleme lassen sich erkennen, wenn der Abschäumer in Betrieb ist. Bei vielen Abschäumern kann man trotz Volllastbetrieb durch die Hauptröhre hindurchsehen, weil die Luftblasenkonzentration extrem gering ist. Das ist verschwendeter Platz! Die Luftzufuhr und/oder die Kontaktzeit ist zu gering.

Im oberen Teil, in dem sich der Schaum bildet (Normalschaumbereich) kann man bei einigen Abschäumern ein extrem hohes Verwirbeln (Turbulenzen) erkennen. Die Turbulenzen erschweren die Bildung des festen, schmutzigen Eiweißschaums und lassen somit die Effektivität sinken. Natürlich schäumen auch diese Abschäumer ab, allerdings erst ab sehr hohen Schmutzkonzentrationen. Aber im Korallenriffaquarium ist es das Ziel, das Wasser gut zu säubern, damit auch gut gefüttert werden kann. Oft kann bei diesen Abschäumern durch Reduzierung der zulaufenden Wassermenge die Turbulenzen vermindert oder verhindert werden. In diesem Fall ist weniger Wasser mit höherer Leistung verbunden. Beim Jülicher Prinzip muss die Wassermenge sogar sehr exakt eingestellt werden, damit Turbulenzen die Schaumleistung nicht vermindert. AquaCareFlotoren sind so ausgelegt, das mit der empfohlenen Pumpe der Zulaufkugelhahn gedrosselt werden muss. Das hört sich nach Energieverschwendung an, hat aber nach ein paar Monaten den Vorteil, dass die Leistungsverminderungen durch zuwachsende Rohre und Pumpenläufer einfach durch Öffnen des Kugelhahns kompensiert werden kann.

Sauerstoffanreichungen / CO_2-Austrag

Ein wichtiger Faktor, der oft unterschätzt wird, ist der Gashaushalt eines Aquariums. Mit Technik muss dafür gesorgt werden, dass der Sauerstoffgehalt immer um oder über 100% liegt. Tropische Meeresfische sind im Allgemeinen extrem empfindlich gegenüber Sauerstoffmangel! Mit einem Sauerstoffreaktor ist das möglich, kann aber eben so gut von einem guten Abschäumer übernommen werden. Fallströmabschäumer können bis ca. 1 mg/l über die Sättigungskonzentration, Abschäumer nach dem Jülicher Prinzip bis 2 mg/l erzeugen.

Ebenso wichtig ist der CO_2-Austrag aus dem Wasser. Im Zeitalter des Kalkreaktors wird das Korallenriffaquarium oft mit zu viel CO_2 versorgt, das leicht übermäßiges Algenwachstum oder gar einen pH-Sturz auslösen kann. Zwar gibt es schon Modell die bis zu 80% weniger CO_2 in das Wasser einbringen (*Turbo*-Kalkreaktor), aber das verbleibende CO_2 muss aus dem Wasser gebracht werden.



Kalkreaktoren (hier AquaCare *Turbo*-Kalkreaktor 5 mit Magnesiumrohr) reichern das Wasser mit Kohlendioxid an, dass den pH-Wert senkt. Ohne Abschäumer entstehen hohe Risiken. Foto: AquaCare

Nachdem ein Artikel erschienen ist, bei dem zu generell beschrieben wurde, das Riffaquarien ohne Abschäumer besser "laufen", sind einige Aquarianer ohne zu Überlegen auf die Idee gekommen, den vorhandenen Abschäumer auszustellen. Leider wurde übersehen, dass der Kalkreaktor gehörige Mengen an Kohlendioxid in das bringt und den pH-Wert auf unter 7,5 im Aquarium gesenkt hat. An diesen Versuchen sieht man, wie wichtig das CO_2-Austragspotential eines Abschäumers sein kann.

Je mehr Sauerstoff ein Abschäumer anreichern kann, desto mehr kann er aus CO_2 austragen. Klingt erst einmal widersprüchlich, doch in der Aquarienpraxis ist das Zulaufwasser eines Abschäumers mit Sauerstoff untersättigt und mit CO_2 weit übersättigt (Kalkreaktorbetrieb). Im Betrieb kann das Austragspotentials auch am durchschnittlichen pH-Wert des Aquariumwasser erkannt werden. Wenn bei Abschäumer A ein durchschnittlicher pH-Wert von 8,1 gemessen wird und nach dem Einbau des Abschäumers B der pH-Wert auf 8,3 gestiegen ist (andere Technik muss konstant eingestellt bleiben!), hat Abschäumer B eindeutig den besseren CO_2-Austrag. Wenn der pH-Wert gefallen sein sollte, ist der Austrag niedriger.

Materialien des Abschäumers



Einzelteile des AquaCareFlotors 1000V

Das wesentlich schlagzähere PVC (gibt es in grau und transparent) ist nur schwer kaputt zu kriegen und sollte im rauen Aquaristikalltag (wie schnell fällt ein Flotattopf mal auf den Boden!) bevorzugt eingesetzt werden. Außerdem kann eine Reparatur von PVC vom Aquarianer selber vorgenommen werden. AquaCare verwendet bei Kalkreaktoren, Nitratfiltern, Kalkwasserreaktoren und Kleinabschäumern bis Größe 3000 und bei Großabschäumern ab Größe 30.000 graues und transparentes PVC; bei den Abschäumer der Größe 6000 bis 16000 besteht das Hauptrohr und Abschäumertopf aus PMMA, der Rest hingegen wiederum aus PVC. Selbstverständlich sind die PMMA-Teile mit Flanschen oder Teflondichtungen von den PVC-Teilen getrennt und nicht direkt geklebt oder geschweißt. Bei extrem großen Abschäumern (ab ACF110.000V) baut AquaCare Basis und Hauptrohr aus dem extrem schlagzähen PE.

Bei Massenprodukten, die spritzgusstechnisch hergestellt werden, finden auch ABS, PS, POM und andere Verwendung. Diese Materialien sind ebenfalls schlagzäh und zeichnen sich durch eine gute Reißdehnung aus und können ohne Bedenken eingesetzt werden. Nur POM und PA sollten nicht mit Ozon in Berührung kommen, sie zerfallen.

Abkürzung	Name	Reißdehnung in %
SAN	Styrol-Acrylnitril-Copolymerisat	2-6
PMMA	Polymethylmethacrylat, "Plexiglas"	3,5-5
PS	Polystyrol	4-25
PC	Polycarbonat, "Macrolon"	12-60
ABS	Acrylnitril-Butadien-Styrol	15-30
PVC-U	Polyvinylchlorid, hart (ohne Weichmacher)	15-40
POM	Polyacetal	45-75
PA	Polyamid	40-150
HDPE	Polyethylen mit hohem Molekulargewicht	500-800
LDPE	Polyethylen mit niedrigem Molekulargewicht	500-650
PP	Polypropylen	500-1000

Tab.: Reißdehnung einiger Kunststoffe bei Raumtemperatur. Quellen: FH-Frankfurt-Verfahrenstechnik (http://www.fbv.fh-frankfurt.de); Goldmann (http://www.goldmann.de); http://chemie.fb2.fh-frankfurt.de/KUT/211KENNWE.htm

Wichtig bei allen Konstruktionen ist, das die Werkstücke ordentlich und fachmännisch verarbeitet worden sind. Wenn ein Abschäumer beim Auspacken schon auseinander fällt, ist die erste Kauf- oder Schenkfreude schon vorbei.

Wartungsfreundlichkeit

Der Punkt Wartung ist bei allen Geräten ein leicht übersehener Faktor. Nur Geräte die leicht gewartet werden können, werden auch gewartet. Kompliziert zu reinigende Anlage werden oft vernachlässigt, verdrecken und lassen stark in ihrer Leistung nach. Die Leittragenden sind immer die Aquariumtiere.



Große Trapezgewinde halten den rauen Aquarianerbedingungen sehr gut stand -ein eingelegter O-Ring dichtet einfach und perfekt den Topf vom Hauptrohr ab. Foto. AquaCare.

Grundsätzlich sollte der Abschäumer dunkel stehen, damit Licht die Rohre nicht all zu schnell veralgen lässt. Sollte es platztechnisch nicht anders gehen, sollten hell stehende Abschäumer mit dunkler Folie umwickelt werden. An alle wichtigen Komponenten sollte man leicht herankommen und den Abschäumer nicht so zu verbauen, dass die Wartung zur Qual wird.

Der Flotattopf sollte einfach mit dem Hauptrohr verbunden sein. Systeme, die nur mit vielen Schrauben zu trennen sind, haben sich nicht bewährt. Ebenfalls ungeeignet sind labile Bajonettverschlüsse (der Haltedorn kann leicht abbrechen) und Steckanschlüsse, die schnell durch Dreck und Salzkrusten mit dem Hauptrohr eine fest Verbindung eingehen. Große Gewinde, insbesondere die verschmutzungunempfindlichen Trapezgewinde, die mit 1-2 Drehungen gelöst werden, haben sich gewährt. Damit kein Wasser an der Verbindungsstelle austreten kann, sind O-Ringe oder Flachdichtung eine brauchbare Lösung. Bei Gewinden - aber auch bei anderen Verbindungen - sollte immer für einen ausreichende Schmierung gesorgt werden (Silikonfett oder Vaseline sind im Meerwasser absolut unbedenklich einzusetzen). Andernfalls kann bei längere Nichtbenutzung die Kunststoffteile leicht aneinander kleben bleiben.

Die Zulaufpumpe sollte grundsätzlich immer mit Kugelhähne vom Abschäumer trennbar sein, damit auch sie einfach ohne riesige Wasserüberschwemmung gewartet werden kann. Gerade Pumpen in Steinkorallenaquarien (hoher Kalkgehalt) verkalken öfter und müssen gereinigt werden.

Injektoren sollten ebenfalls vom Abschäumer trennbar sein (Verschraubungen, Flansche). Gute Injektoren verkalken nicht und versalzen auch nicht so leicht. Ein gu-

ter Injektor muss eine bestimmte Länge haben, um die richtige Geometrie im Innern aufzuweisen. Zu kurze Injektoren verkalken und müssen oft aufwendig mit Säure gereinigt werden.



Holzauströmer sind die älteste Methode, feine Blasen zu erzeugen, aber eine sehr gute Alternative zu Venturi und Dispergator. Foto: AquaCare.

Holzausströmer müssen regelmäßig gewechselt werden, um eine gute Abschäumleistung zu erzielen. Immer wieder hört man von "erfahrenden" Aquarianern, dass ihre Ausströmer 6 Monate oder länger halten. Holz ist ein Naturprodukt und fängt an, im Meerwasser zu verrotten. Außerdem wird die Oberfläche mit Schmutzstoffen und Bakterien regelrecht zugekittet. Die Folge sind weniger und größere Luftblasen, die das Abschäumverhalten negativ beeinflussen. Wenn Holzausströmer alle 2-6 Wochen gewechselt werden, sind sie für Kleinabschäumer die beste Alternative. Aufgrund der hohen Wechselrate sollte der Zugang zu den Holzausströmern leicht erreichbar sein. Oft müssen lange Rohre oder Schläuche aus dem gesamten Abschäumer herausgezogen werden, um den Ausströmer wechseln zu können. Sehr praktisch sind außerhalb des eigentlichen Abschäumers befindliche Begasungsmodule, die ein einfaches Wechseln der Steine ermöglichen. - Keramikausströmer haben i.A. ein schlechteres Blasenbild und damit eine schlechtere Abschäumleistung. Aquarianer, für die das Wechseln der Ausströmer eine lästige Arbeit darstellt, sollten sich keine Modelle mit Ausströmern zulegen.

Dispergatoren sind sehr oft extrem verschleißempfindlich und damit in den laufenden Kosten sehr teuer. Die modifizierten Pumpenläufer sind meist teuer und können unter Umständen nur wenige Wochen halten. Die Achsen bzw. Achsenführungen haben einen hohen Verschleiß, so dass der Rotor nicht mehr rund läuft. Besonders dramatisch ist der Verschleiß nach dem Abschalten der Pumpe oder nach einem Stromausfall; dann laufen nämlich abgenutzte Rotoren u.U. nicht mehr selbsttätig an. Wird das nicht bemerkt läuft das Aquariumsystem ohne Abschäumung - oft eine Katastrophe.

Fallströmabschäumer sollten auf jeden Fall dunkel stehen, weil die langen Rohre schlecht zu reinigen sind. Auch sollte das hereinfließende Wasser frei von groben Stoffen (insbesondere fädige Stoffe wie Fadenalgen) sein, weil diese sich in den Füllkörpern verfangen und damit die Rieselsäule langsam zusetzen können.

Übersicht

System	Vorteile	Nachteile
kurze Abschäumer (im Vergleich zu hohen Modellen)	preiswerter; passen unter das Aquarium; leichter sauber zu machen; geringerer Energieverbrauch; passen in den Filtersumpf und müssen deswegen nicht extra gegen Überlaufen geschützt werden;	geringere Effektivität;
Holzausströmer	frische Ausströmer haben extrem gutes Blasenbild	es wird eine Luftpumpe benötigt; Ausströmer müssen regelmäßig gewechselt werden;
Venturidüse = Injektor	bei guter Konstruktion wartungsfrei;	es wird eine stärkere Wasserförderpumpe benötigt;
Dispergator	energiesparend	hohe laufende Kosten (Ersatzteile); störende Laufgeräusche;
Fallstromprinzip	bei Filteranlagen, die mehrere Meter unter dem Aquarium stehen (Keller) kann der freie Fall zur Blasenerzeugen genutzt werden	hohe Bauhöhe unbedingt erforderlich; schwerer zu reinigen
Plexiglas	sieht sehr gut aus (wenn es ordentlich verarbeitet ist);	bruchempfindlich; kratzempfindlich; Reparaturen können nicht selber vorgenommen werden;
PVC, ABS	nicht bruchempfindlich; gibt es als grau und transparent (z.T. sogar Sonderfarben); Reparaturen können selber durchgeführt werden;	transparente Rohre sind nicht kristallklar sonder leicht trüb;

AquaCareFlotor
reinigt das Rote Meer
natürlich nicht ganz – ein Praxistest unter realen Bedingungen



AquaCare GmbH & Co. KG
Am Wiesenbusch 11 - D-45966 Gladbeck - Germany
☏ +49 - 20 43 - 37 57 58-0 • 🖷: +49 - 20 43 – 37 57 58-90
www.aquacare.de • e-mail: info@aquacare.de



Ziel des Tests

AquaCare hat am Roten Meer bei Hurghada den ultimativen Abschäumertest durchgeführt. Ziel der kleinen Expedition war es, zu beweisen, dass die Ansprechkonzentration des Abschäumersystems niedriger ist, als die Konzentration an abschäumbaren Substanzen im natürlichen Biotop - hier im Roten Meer. So weit uns bekannt ist, wurde solch ein Test noch nie gemacht und das Ergebnis war auch für uns nicht absehbar.



Wasserschutz für die Steckerverbindung auf ägyptische Weise



Nach wenigen Minuten beginnt der ACF1000V-060 zu schäumen

Versuchsaufbau

Um allzu große menschliche Beeinflussungen, z.B. Abwassereinleitungen, zu umgehen, ging es von Hurghada mit dem Auto ca. 30 km nördlich Richtung Ras Gharib. An einer Stelle, an der man mit dem Auto direkt bis zum Strand fahren konnte, wurde ein 12 V DC - 230 V AC Wechselrichter an die Autobatterie angeschlossen und ein Kabel bis ins Meer gelegt. Der Abschäumer Typ ACF1000V war ausgerüstet mit einer konventionellen aquabee-Pumpe UP3000. Der Pumpenstecker wurde gegen Meerwasser auf ägyptische Art und Weise geschützt - eingewickelt in einer Plastiktüte und zusätzlich in einen Schuh gesteckt. Nach dem Starten der Injektorpumpe und dem groben Einregulieren des Wasserstandes, begann der Abschäumer bereits nach ca. 3 Minuten Eiweißschaum zu produzieren. Natürlich waren wir bei dem Praxistest überrascht, das so eine hohe Proteinbelastung im Roten Meer vorzufinden war, denn das abgeschäumte Flotat war von Beginn an dunkelbraun und füllte schnell den Abschäumertopf. Begeistert haben wir Fotos und Videos mit dem Handy und der Kamera gemacht um diesen Praxistest festzuhalten.

Ergebnisse

1. Die Konzentration an abschäumbaren Substanzen sind im Roten Meer am Versuchsstandort höher als in einem durchschnittlichen Riffaquarium. Die Schaumproduktion setzte erheblich schneller ein als in den AquaCare Versuchsaquarien.
2. Oder anders ausgedrückt: wenn im Aquarium der Abschäumer eine zeitlang nicht abschäumt (Stoffe, die die Abschäumleistung verhindern, einmal ausgeschlossen), ist das Aquariumwasser auf keinen Fall belasteter als im natürlichen Biotop.
3. Die durch Wellenschlag des Meeres verursachten kurzen Wasserdruckschwankungen im System beeinflussen nicht die Leistung des Abschäumers.
4. Wissenschaft kann auch Spaß machen ;-)

Materialien in der Meerwasseraquaristik



AquaCare GmbH & Co. KG
Am Wiesenbusch 11 - D-45966 Gladbeck - Germany
☏ +49 - 20 43 - 37 57 58-0 • 🖷: +49 - 20 43 – 37 57 58-90
www.aquacare.de • e-mail: info@aquacare.de



Korrosionsprodukte, die im Meer wegen des ungeheuren Wasservolumens verkraftet werden, gefährden im Aquarium den gesamten Bestand (Fotos: D. Walber)

Warum ist Meerwasser aggressiv gegenüber Metallen?

Im Meerwasser sind eine große Anzahl von verschiedenen Salzen in zum Teil großen Mengen gelöst. Das bedeutet einerseits, dass die damit verbundene hohe elektrische Leitfähigkeit Elektrolyseprozesse fördert und andererseits wirken einige der gelösten Inhaltsstoffe direkt auf Metalle.

Elektrolyseprozesse entstehen immer, wenn eine elektrische Spannung zwischen zwei Metallen existiert, die sich in einem Elektrolyten befinden. Elektrolyte sind Stoff, die vollständig oder teilweise in der Ionenform vorliegen, also eine elektrische Ladung aufweisen. Zum Beispiel, wenn Kochsalz (chemische Formel NaCl) in Wasser gelöst wird, entstehen einerseits Natriumionen mit positiver Ladung (Na^+) und Chloridionen mit negativer Ladung (Cl^-). Ionen, also Teilchen mit elektrischer Ladung, können sich in einem elektrischen Feld bewegen: die positiven Kationen fließen zur negativen Kathode und die negativen Anionen fließen zur positiven Anode; an der Anode findet somit eine Oxidation statt, hingegen and der Kathode eine Reduktion.

Aktiver Korrosionsschutz

Wenn eine Elektrode in einen Elektrolyten getaucht wird, passiert erst einmal überhaupt nichts. Erst wenn eine zweite andersartige Elektrode in den Elektrolyten getaucht wird und die beiden Elektroden elektrisch miteinander verbunden sind, dann entsteht ein Galvanisches Element. Die unedleren Elektrode (z.B. Zink oder Aluminium) gibt an die edlere Elektrode (z.B. Eisen) Elektroden ab - es fließt ein Strom. Gleichzeitig werden an der Anode Zink- bzw. Aluminiumionen abgeben. Im Schiffsbau macht man sich diesen Effekt zu Nutze und befestigt elektrisch leitend sogenannte Opferanoden aus Zink oder Aluminium an den Stahlrümpfen, um diese zu schützen. Die Opferanoden müssen von Zeit zu Zeit ersetzt werden, damit ein dauerhafter Schutz aufgebaut ist. - Das Verzinken von Stahl funktioniert nach dem gleichen Prinzip: das unedle Zink löst sich langsam auf und schützt den Stahl (Eisen); bei Schiffen wäre allerdings ein regelmäßiges Ersetzen der Zinkschicht zu aufwendig.

Auf Grund der Elektrolyse dürfen auch nicht Wasserrohre aus unterschiedlichen Materialien elektrisch leitend miteinander verbunden werden. Mit der Zeit würde sich das unedlere der beiden auflösen. Auch Rohrleitungen kann man mit Opferanoden schützen.

In Meerwasseraquarien könnte man prinzipiell Stahlteile auch durch metallische Beschichtung oder Opferelektroden schützen. Da aber ständig Material von der Opferanode freigesetzt wird, würden sich schnell Metalle wie Zink oder Aluminium im Aquarium anreichern. In geringen Mengen sind diese Metalle wichtig (Spurenelemente) aber in höheren Menge wirken sie giftig.

Eine Korrosion findet auch statt, wenn sich das gleiche Metall in leicht unterschiedlichen Elektrolyten befindet. Bei der sogenannten Spaltkorrosion befindet sich in einem Spalt eines Metallstücks ein etwas niedrigeres Redoxpotential (z.B. durch einen geringeren Sauerstoffgehalt) und somit ein etwas anderes Elektrolyt als außerhalb vom Spalt. Das hat zur Folge, dass eine geringe elektrische Spannung (Potentialdifferenz) erzeugt wird, die den Elektrolyseprozess (elektrochemische Korrosion) in Gang bringt, der das Metall zersetzt. Um Spaltkorrosion zu verhindern, müssen entweder die Spalten mit Nichtleitern verschlossen oder die Spalten müssen regelmäßig oder kontinuierliche mit dem äußeren Medium gespült werden.

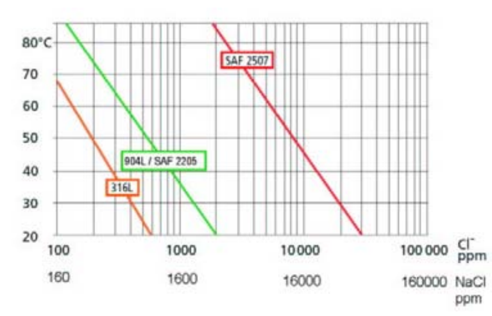
Passiver Korrosionsschutz

In hochlegierten Stählen (z.B. Chromstähle mit mehr als 12% Chrom) sorgt der Chromanteil dafür, dass die Oberfläche des Metalls mit Sauerstoffatomen besetzt wird. Diese Sauerstoffschicht wirkt als Barriere für die Elektrolyse und schützt das

Stahlteil. Diese sogenannten nichtrostenden Stähle (einige Edelstähle sind nicht rostend, aber nicht alle) können in schwachen Elektrolyten (z.B. Regenwasser mit ein bisschen Dreck) nicht rosten und müssen nicht weiter geschützt werden. Diese Stahlsorten sind passiviert, habe also eine passivierte Oberfläche (die Oxidschicht). - Bei Aluminium wird die schützende Sauerstoffschicht durch das sogenannte Eloxieren hergestellt.

In starken Elektrolyten (z.B. Meerwasser) jedoch führen zu hohe Chlorid- und Bromidkonzentrationen zum sogenannten Lochfraß. Aus der passivierten Oberfläche, die mit Sauerstoffatomen besetzt ist, werden einige Sauerstoffatome gegen Chlorid bzw. Bromid ersetzt. Diese Stelle ist nun Angriffspunkt für fortschreitende Korrosion. Bei geringen Sauerstoffkonzentration und höheren Temperaturen ist die Gefahr des Lochfraßes größer. Ist erst einmal eine Stelle korrodiert, entstehen zwischen Lochinnenraum und Außenraum ein Spannungspotential, das die Korrosion weiter vorantreibt (Spaltkorrosion).

Die Wahrscheinlichkeit von Lochfraß ist abhängig von pH-Wert, Temperatur und Chloridkonzentration (Bromidkonzentration). In der Grafik ist für drei verschiedene Spezialstähle die obere Chloridkonzentration in Abhängigkeit von der Temperatur angeben. Zur Orientierung: der dem Laien bekannte V4A-Edetstahl liegt in seiner Beständigkeit gegenüber Chlorid noch unterhalb der 316L-Kurve.



Chloridfestigkeit dreier Stähle in Abhängigkeit von der Temperatur (Quelle: Danfoss A/S); 35 Promill-Meerwasser hat eine Chloridkonzentration von ca. 18000 ppm Cl.
AISI 316 L = Werkstoffnummer 1.4404 = DIN: X 2 CrNiMo 17.12.2 (X 2 CrNiMo 18.14.3)
AISI 904 L = SAF 2205 = UNS S31803 = Werkstoffnummer 1.4462 = DIN: X2CrNiMoN22.5.3 (5) = Duplexstahl
SAF 2507 = UNS S32750 = DIN 1.4410 = X2CrNiMoN25.7.4 = Duplexstahl

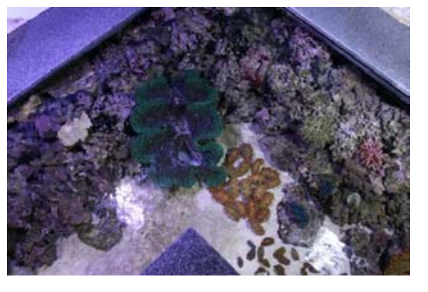
Auf Metallen aufsitzende Organismen bilden in der Schicht zwischen ihnen und der Metalloberfläche einen Elektrolyten mit einer etwas anderen Zusammensetzung. Zum Teil werden Säure abgeschieden aber zumindest ist das Redoxpotential dadurch verändert. Die unterschiedlichen Elektrolyten bilden ein Spannungspotential aus, das wiederum die Elektrolyse in Gang setzt und das Metall korrodiert.

Beschichtungen mit nicht leitenden Werkstoffen

Ein für Meerwasser effektiverer Schutz ist die Beschichtung mit elektrisch nicht leitenden Werkstoffen. Im Prinzip sind alle Kunststoff ohne Weichmacher dazu geeignet: sie sollten gut mit dem Metall verbunden und resistent gegen Ozon sein. Je nach dem wo die Werkstoffe eingesetzt werden, sollten sie durch UV-Strahlung nicht verspröden. Epoxidharze oder -farben haben sich bewährt. Soll die Oberfläche zusätzlich noch mechanisch geschützt werden, können dem Epoxidharz Glasfasern (GFK) oder Kohlefasern (CFK) beigemischt werden oder Gewebe aus diesen Materialien verwendet werden. Aber es muss beachtet werden, dass bei höheren Bromidkonzentrationen Brom durch das Epoxidharz diffundieren (GFK ist nicht gasdicht!) und ggf. das dahinter befindliche Stahlteil oxidieren kann.

Werkstoffe für Aquarium und Filterbecken

Die ersten Aquarien bestanden aus Mangel an passenden Werkstoffen aus undurchsichtigen Materialien. Man konnte die Tiere also nur von oben durch die Wasseroberfläche betrachten. Diese Aufsichtbecken waren schon bei den alten Ägyptern, Sumerern und Chinesen bekannt. Auch heute hat ein Fischteich im Außenbereich noch seinen Reiz, tropische Meerwasserteiche in unseren Breitengraden hingegen sind selten zu finden.



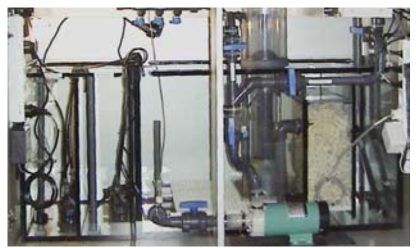


Ein Meerwasserteich in den Verkaufsräumen von AquaPerfekt, Bergheim: besonders schön wirken die Farben von fluoreszierenden Tieren: z.B. *Tridacna* spec.. Fotos: AquaCare.

Heute werden Aquarien hauptsächlich aus transparenten Werkstoffen gebaut. Kleinstaquarien sind zumeist aus spritzgussgefertigtem Acrylglas ("Plexiglas") oder aus mit Silikon verklebten Glasscheiben gefertigt. Mittlere Aquarien bestehen entweder aus Acrylglasscheiben, die mit dem passenden "Spezialkleber" verschweißt sind oder werden ebenfalls aus Glas mit Silikonverbindung hergestellt. Sehr große Schauaquarien werden meist aus Beton gegossen und in die ausgesparten Fenster Acrylglasscheiben mit Silikon eingeklebt. Die kleinere Variante mit Becken aus Holz, Kunststoff oder Eternit mit den passenden Ausschnitten für die Sichtscheiben werden ebenfalls gebaut. Beide Materialien - Glas und Acrylglas - haben ihre Vor- und Nachteile. Glas ist im Vergleich zum Acrylglas erheblich spröder, zerbricht also leichter. Mit der Zeit nimmt die Versprödung sogar noch zu, so dass es nach 2-3 Jahren kaum noch bearbeitet werden kann, wenn z.B. eine Bohrung nachträglich geschaffen werden soll. Ist das Aquarium starken Schwingungen ausgesetzt (z.B. Erdbebengebiete) kann Glas leicht brechen. Die Versprödung von Acrylglas ist erheblich geringer. Dafür ist Acrylglas weicher und leicht können beim Säubern der Scheibe tiefe Kratzer entstehen, die den Durchblick verschlechtern. Schwingungen werden viel besser verkraftet, so dass in Erdbebengebieten mittlere und große Aquarien fast ausschließlich aus Acrylglas gebaut werden.

Je größer das Aquarium, desto dicker müssen die Scheiben ausgelegt sein. Weil Plexiglas im Vergleich zu Floatglas einen geringeren Brechungsindex hat 1,49 zu 1,52 (http://de.wikipedia.org/wiki/Brechzahl, www.mbm-techglas.de/pdf/ floatglas.pdf) und bei großen Aquarien die Acryglasscheiben dünner ausgelegt werden können, sind die Verzerrungen geringer, wenn man mit einem flachen Winkel in das Aquarium hineinsieht. Auch die Transparenz von Acrylglas und Floatglas sind sehr unterschiedlich. Eine 10 mm Floatglasscheibe hat eine Lichtdurchlässigkeit von 86%. Bei noch dickeren Scheiben ist deutlich ein Grünstich zu erkennen, der die Farben der Aquariumtiere negativ beeinflusst. In Süßwasseraquarien ist dieser Effekt auf Grund der grünen Pflanzen nicht so stark erkennbar, aber im Meerwasserbereich wirken die Farben der Niederen Tiere und Fische nicht mehr ideal. Eine Alternative ist Weißglas - der grüne Farbstich ist erheblich geringer und die Lichttransmission einer 10 mm starken Scheibe liegt mit 91% erheblich höher (www.mbm-techglas.de/pdf/floatglas.pdf). Jedoch Plexiglas realisiert die perfekten Farben - selbst durch mehrere Dezimeter sind mit bloßem Augen keinerlei Farbstiche zu erkennen. Wenn es um ungewöhnliche Aquarienformen geht, ist Acrylglas unschlagbar; Acrylglas kann fast beliebig gebogen und mit anderen Formen verbunden werden. Bei Glas gibt es im Normalfall gerade einmal die Möglichkeit leicht gebogene Scheiben zu verwenden. Einige wenige Spezialanbieter für Vollglasaquarien können weitere Glasformen anbieten.

Kleine Filterbecken werden meist aus Glas gefertigt. Diese Version ist günstig und es ist leicht zu sehen, wann abgelagerte Sedimente abgesaugt werden müssen.



Filterbecken, Nachfüll- und Mischbecken aus Glas für ein Meerwasseraquarium. Foto: AquaCare

Große Filterbecken können aus Kunststoff gebaut werden. PVC oder PE habe sich bewährt. Diese Kunststoff sind robust und halten lange Zeit, ohne undicht zu werden. Wenn einmal ein Gegenstand in das Filterbecken fällt, sind normalerweise keine Schäden zu erwarten.





Großfilterbecken Typ Basic mit angeschlossenem Abschäumer ACF6000V. Fotos: AquaCare

Eigenschaft	Acrylglas / Plexiglas	Floatglas (normal)	Weißglas
Transparenz / Brillanz	+	−	+/−
Kosten	−	+	+/−
Alterungsbeständigkeit / Versprödung	+	+/−	
Verarbeitungsmöglichkeiten	+	−	
Kratzbeständigkeit	− −	+	
Bruchempfindlichkeit	+	−	
Alterungsempfindlichkeit der Verbindungsfugen	+	−	
Gewicht	+	−	

Übersicht der Vor- und Nachteile von Plexiglas und Floatglas für Aquarien

Wasserleitungen

In Meerwasseraquarien wird zum Teil eine Vielfalt von Filtern eingebaut, Strömungen müssen mit Pumpen realisierte werden und Zu- und Ableitungen geschaffen. Die im Süßwasserbereich häufig eingesetzten Kunststoffschläuche sind im Meerwasserbereich nicht die beste Lösung. Sie sind meist aus Weich-PVC gefertigt, damit sie biegsam sind. Mit der Zeit lösen sich jedoch die Weichmacher (z.B. Phthalate, die im Verdacht stehen krebserregend zu sein oder Weichmacher auf Phosphatbasis) heraus, landen im Aquariumwasser und die Schläuche werden hart und spröde. Leicht können spröde Schläuche von den Anschlüssen abspringen, wenn sie nicht extra durch Schlauchschellen gesichert wurden. Große Durchmesser sind mit Schläuchen schlecht handhabbar.

Eine dauerhaft sichere Verbindung kann mit Hart-PVC-Rohren und Fittings geschaffen werden. Rohre und Fittings werden mit PVC-Kleber verbunden (Anleitung beachten). Die Lösemittel sind nach 24 Stunden aus den Klebenähten verschwunden und nach einem Spülen mit Wasser besteht kein Risiko mehr, dass unerwünschte Chemikalien ins Wasser gelangen. Allerdings sind die Verbindungen nur mit der Säge wieder zu lösen, so dass bei der Planung Reinigungsmöglichkeiten, Erweiterungen und Abkoppelmöglichkeiten mit einbezogen werden müssen. Ein guter Aquarienbauer und Fachhändler sollte das können.



Ordentlich verlegte PVC-Rohre bieten ein Höchstmaß an Übersichtlichkeit und Sicherheit. Foto: AquaCare

Geräte, die mit nur sehr wenig Wasser versorgt werden müssen (Kalkre-

aktoren, Nitratfilter, u.a.) können mit Schlauchverbindungen versorgt werden. Geeignete Materialien sind PE ("Umkehrosmoseschlauch") und Silikon. Diese Schlauchverbindungen sollte mit Schlauchschellen oder Kabelbindern gesichert werden. Alternativ können PE-Schläuche auch sehr gut mit Steckfittings verbunden werden.

Gasleitungen

Einige Geräte müssen mit Luft versorgt werden. Die in der Aquaristik weit verbreiteten Weich-PVC-Luftschläuche können dafür verwendet werden. Aber sobald dieses Material mit Wasser in Berührung kommt, können die Weichmacher ins Wasser gelangen. In diesem Fall sollte mit alternativen Materialien gearbeitet werden. Silikonschläuche haben sich dafür bewährt.

Für die CO_2-Versorgung sind druckfeste Schläuche aus PE geeignet. Soll ein flexiblerer Schlauch verwendet werden, kann dies nur in dem Teil erfolgen, in dem sich kein Druck mehr aufbauen kann, z.B. hinter einem Magnetventil oder hinter einem Regulierventil oder Absperrhahn. Jedoch vor den Ventilen kann sich ein Druck aufbauen, der am Druckminderer eingestellt werden kann: normalerweise 0,5...3 bar. Wenn dort ein weiches Material eingesetzt wird, kann der Schlauch unter ungünstigen Bedingungen platzen. Silikon sollte für CO_2-Versorgungen nicht eingesetzt werden, da es nicht gasdicht ist.

Befestigungsmaterialien im Wasser

Manchmal müssen im Meerwasseraquarium Dinge befestigt werden. Neben unterwasseraushärtenden Silikonen und Zweikomponentenklebern ("Korallenkitt") bieten sich einige mechanische Verbindungen an: Kabelbinder aus PA, Kunststoffschrauben, PVC-Rohre, Kunststoffbänder.



Mit Korallenkitt können junge Korallenstöcke leicht unter Wasser befestigt werden.
Foto: AquaCare.

Allgemeine Beständigkeit von Materialien

	PS	PMMA	PC	PA	SAN	ABS	PVC-U	POM	PE	PP	PTFE	PVDF
Schwache Säuren	o	-	o	o	o	o	+	-	+	+	+	+
Starke Säuren	o	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+
Laugen	+	+	-	o	+	o	+	+	+	+	+	+
Alkohole	+	-	+	o	+	+	+	+	+	+	+	+
Benzin	-	+	o (+)	+	o (+)	+	+	+	o (+)	o	+	+
Calciumchlorid	+	+	+	-	+		o	+	+	+	+	+
Calciumhydroxid	+	+	-	+	+		+	+	+	+	+	+
Chlor flüssig	-	-	-	-	-		-	-	-	+	+	+
Essigsäure 50%	o	-	+	-	+		+	o	+	+	+	+
Ethanol 100%	-	-	+	+	o	o	+	+	+	+	+	+
Ozon	o	+	+	-	+	+	+	-	+ HDPE o LDPE	+	+	+
Salzsäure 35%	o	o	-	-	o	o	o	-	+	+	+	+
Wasserstoffperoxid	+	-	+	+	+		+	+	+	+	+	+
Meerwasser		+		+		+	+	+	+	+	+	+

alle Angabe bei Raumtemperatur; zum Teil wurden widersprüchliche Beständigkeiten gefunden / für die Richtigkeit der Angaben keine Gewähr
+ beständig, o bedingt beständig, - nicht beständig

Beständigkeit von einigen Dichtungswerkstoffen

	PTFE	Si	NB NBR	EP EPDM	EP FPM “Viton“
Schwache Säuren	+	o	+	+	+
Starke Säuren	+	-	o	+	+
Laugen	+	+	o	+	+
Alkohole	+	+			
Benzin	+	-	+	-	+
Calciumchlorid	+	o			
Calciumhydroxid	+	+	o	+	-
Chlor flüssig	+	-			
Essigsäure 50%	+	+	-	o	-
Ethanonl 100%	+	+			
Ozon	+	+	o	+	+
Salzsäure 35%	+	o			
Wasserstoffperoxid	+	+			
Meerwasser	+	+	+	+	+

alle Angabe bei Raumtemperatur; zum Teil wurden widersprüchliche Beständigkeiten gefunden / für die Richtigkeit der Angaben keine Gewähr
+ beständig, o bedingt beständig, - nicht beständig

Fütterung der Meerwassertiere



AquaCare GmbH & Co. KG
Am Wiesenbusch 11 - D-45966 Gladbeck - Germany
☏ +49 - 20 43 - 37 57 58-0 • 🖷: +49 - 20 43 – 37 57 58-90
www.aquacare.de • e-mail: info@aquacare.de



Bild: Othmar Pötsch

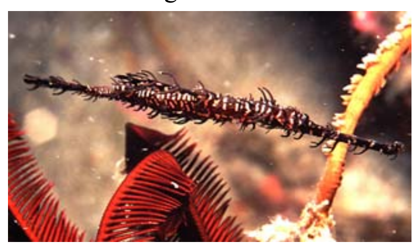
Warum Füttern?

Alle Fische und viele Niedere Tiere sind auf Futter angewiesen. Allein Korallen und andere Niedere Tiere mit Zooxanthellen (die meisten im Riffaquarium) können vollkommen auf Futter verzichten. Sie benötigen nur viel Licht, Strömung, Makro- und Spurenelemente. Aber auch bei diesen Tieren kann eine zusätzliche Fütterung mit z.B. Plankton zu positiven Ergebnissen führen.



Lauerjäger wie dieser Schaukelfisch brauchen nur recht selten eine Malzeit – dann allerdings fast immer Lebendfutter. (Foto: Michael Kokoscha)

Die meisten Korallenfische - von den Lauerjägern wie Steinfisch, Rotfeuerfisch etc. einmal abgesehen - sind es seit Urzeiten gewöhnt, täglich von morgens bis abends ständig kleine Futtermengen zu fressen, bzw. die nachtaktiven von abends bis morgens. Im Laufe der Evolution hat die Hungerfähigkeit der Tiere - im Gegensatz zu vielen Süßwasserfischen - stark abgenommen; im Korallenriff gibt es keine schlechten Zeiten (von Stürmen einmal abgesehen), an die sich die Tiere hätten anpassen müssen. Diesen Umstand sollte der Aquarianer nie vergessen. Leider gibt es immer wieder Aquarianer, die aus Angst um die Wasserwerte, die Fische nur einmal in der Woche füttern. Zwar finden die Tiere in einem mit Lebendgestein eingerichtetem Aquarium jeden Tag ein wenig an Kleingetiere, das ohne Weiteres spezialisierte Tiere wie Mandarin- und Seenadeln genügt; aber die meisten typischen Rifffische wie *Anthias*, *Chromis* und viele andere brauchen zum Wohlfühlen mehr Futter. Selbst Doktorfische und Seebader, die einen großen Teil an Algen vertilgen, müssen zusätzlich gefüttert werden.

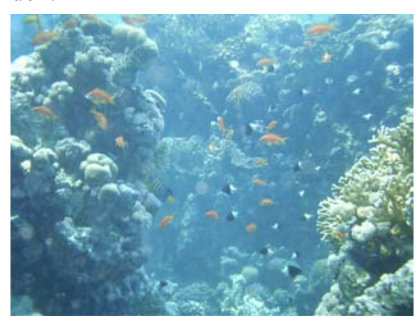


Seenadeln finden auch ohne Fütterung in Aquarien mit vielen Lebendsteinen genügend zum Überleben. (Foto: Michal Kokoscha)

Dünne Fische, bei denen man die Gräten deutlich erkennen kann und deren Bäuche eingefallen sind, können auf Dauer nicht überleben, fallen sehr schnell Krankheitserregern zum Opfer und verhalten sich aggressiver gegenüber anderen Fischen. Das beste Beispiel ist die Mär von der Unmöglichkeit, mehrere Tiere von der gleichen Art halten zu können. Bei vielen stark revierbildenden Tiere stimmt das sogar, weil die Aquarien für eine Vergesellschaftung zu klein sind. Aber Seebader (*Zebrasoma* spec.) sind ohne weiteres im Paar oder zu mehreren zusammen zu halten; sie fühlen sich deutlich wohler, weil sie nun einmal Schwarmfische sind. Aber werden diese Tiere nicht ordentlich und ausreichend gefüttert, wird der Futterneid starke Aggressionen hervorrufen, die den stärksten Fisch dazu antreibt, seine Futterrivalen mit allen Mitteln zu bekämpfen. Von dieser Tierquälerei sollte sich jeder vernünftige Meerwasseraquarianer weit distanzieren.

Wie viel füttern und welche Gefahren sind damit verbunden?

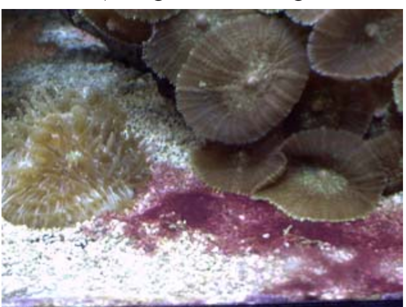
Viel und gut Füttern hat natürlich nicht nur Vorteile. Denn jede Art von Futter, die in das Aquariumsystem eingebracht wird, belastet das Wasser. Das Futter wird von den Tieren aufgenommen, wird nur zu einem kleinen Teil verwertet und alle nicht benötigten Stoffe wieder ausgeschieden.



Viele der bekannten Rifffische fressen ständig kleinste Mengen an Schwebefutter (Foto: Dirk Walber)

Organische Abfallstoffe und der Teil des Futters, der nicht aufgenommen wurde, werden dann weiter von Bakterien (und anderen Organismen) zu Stoffwechselendprodukten abgebaut: dies sind insbesondere Wasser und Kohlendioxid (wird von den Algen wieder aufgenommen und dieser Anteil spielt im modernen Riffaquarium keine Rolle mehr). Auch Sulfat hat keine bedeutende Rolle im Stoffwechselhaushalt der Tiere, weil ei-

nerseits immer genügend vorhanden ist und andererseits keine großen Mengen produziert werden. Trotzdem sollten auch dieser und andere Stoffe sich nicht anreichern können und durch einen regelmäßigen Wasserwechsel in Schach gehalten werden. Die beiden problematischen Stoffwechselendprodukte sind Nitrat und Phosphat. Sie können in höheren Konzentrationen (ab ca. 0,2 mg/l Phosphat und ca. 20 mg/l Nitrat) zu unerwünschtem Algenwuchs (Schmier- und Grünalgen) führen und können empfindliche Niedere Tiere (einige Steinkorallen, Rieselmuscheln) langsam umbringen.



Rote Schmieralgen; eine mögliche Ursache: zu hohe Konzentrationen an Nitrat und/oder Phosphat (Foto: AquaCare)

Als Schlussfolgerung kann festgehalten werden: es darf nur so viel gefüttert werden, dass Nitrat und Phosphat nicht in utopische Höhen gelangen. Dass soll aber nicht heißen, dass die Tiere hungern sollen. Jedes Aquariumsystem kann aufgrund der verwendeten Technik und ihrer Wartung nur eine bestimmte Menge Futter vertragen. Diese Menge zu bestimmen ist zwar nicht ganz leicht, aber genau diese Menge sollte dann so verteilt werden, dass alle Fische gut versorgt sind. Der Fischbestand kann also nur bis zu einem ganz bestimmten Punkt erhöht werden. Nämlich, wenn Phosphat und Nitrat zu schnell ansteigen, ist gerade der letzte Fisch zuviel eingesetzt worden. Der tierliebende Aquarianer sollte bei Überschreitung der möglichen Fischmenge den Bestand senken oder die Technik verbessern, damit eine höhere Belastung möglich ist. Zum Beispiel können größere oder effektivere Abschäumer, Nitratfilter und Phosphat-reduzierende Mittel eingesetzt werden. Kleine Überschreitungen können jederzeit mit erhöhtem und regelmäßigen Wasserwechsel kompensiert werden. - Ein weiterer Nachteil von zu viel Futter ist, dass auch unerwünschte Tiere, wie z.B. Glasrosen, kräftig wachsen können. In diesen Fällen sollte biologisch vorgesorgt werden, in dem Tiere mit eingesetzt werden, die diese Plagegeister im Griff halten. In einem Aquarium mit z.B. Zwergkaiserfischen werden Glasrosen normalerweise nicht zur Plage.



Zu viel Phosphat führt selbst bei robusten Steinkorallen irgendwann zu Totalausfällen. Die Koralle gibt die Zooxanthellen ab (Coral Bleaching), das Gewebe stirbt danach schnell ab. (Foto: AquaCare)

Wie füttern?

Ein Punkt, die Abfallstoffe nicht zu schnell ansteigen zu lassen, ist die richtige Fütterung. Wenn einmal am Tag eine große Menge Futter in das Aquarium gegeben wird, verschwindet ein großer Teil im Filtersystem, hinter der Dekoration oder im Bodengrund. Versuchen Sie so oft wie möglich am Tag in sehr kleinen Portionen zu füttern. So verschwindet der größte Anteil des Futters im Magen der Fische. Es gibt nur eine Ausnahme: wenn sehr scheue oder neu eingesetzt Fische im Aquarium gefüttert werden müssen, kann auf größere Menge Futter nicht verzichtet werden, weil die scheuen Tiere sich erst einmal an das Ersatzfutter gewöhnen müssen und sich gegenüber den alteingesessenen Tieren behaupten müssen. Bei nur wenig Futter bekommen ansonsten die scheuen Fische nichts ab und werden die Eingewöhnung nicht überleben.

Ein weiterer Vorteil der Methode "oft aber wenig" ist, dass der Abschäumer nicht so schnell überschäumen kann. Wenn plötzlich große Mengen an abschäumbaren Substanzen (Futter) im Wasser ist, schäumt der Abschäumer schnell über und muss weniger empfindlich eingestellt werden. Bei kleineren Belastungen kann der Abschäumer empfindlicher eingestellt werden, um die minimale Schwellenkonzentration und damit das sauberste Wasser zu erreichen. Als Sicherung kann nahezu jeder Abschäumer mit einer Endabschaltung versehen werden, der dafür sorgt, dass beim Überschäumen und vollständigen Füllung des Flotattopfes der Abschäumer gedrosselt oder abgestellt wird - so ist der Wohnzimmerteppich nicht in Gefahr. Kleine Abschäumer können auch direkt im Filterbecken untergebracht werden, in dem ein Überlaufen nicht zu Überschwemmungen führt.

Je nachdem, wie das Aquariumsystem gebaut ist, kann es besser sein, während der Fütterung den Filterkreislauf auszustellen, damit nicht zu große Mengen des Futters in das Filtersystem gelangt.

Die Müllmänner im Riffaquarium

Trotz sorgfältiger Fütterungsmenge, gelangt ein Teil des Futters nicht in die Fischmägen. Das Futter verschwindet im Bodengrund und hinter dem Riffaufbau, auch Niedere Tiere wie Korallen bedienen sich. Damit das Futter nicht von Bakterien direkt zersetzt wird und noch "sinnvoll" genutzt werden kann, können "Müllmänner" ins Aquarium gesetzt werden. Insbesondere Schlangensterne, Einsiedlerkrebse, Garnelen und einige Schnecken kommen an für Fische unzugängliche Stellen heran und verwerten das Futter "sinnvoll".



Einsiedlerkrebse fressen alles, was übrig bleibt. (Foto: AquaCare)

Bleibt noch die Frage offen: welches Futter? Darüber gehen die Meinungen weit auseinander. Unsere Meinung ist, hochwertiges Futter in so vielen verschiedenen Variationen wie möglich. Auch Fische mögen Abwechslung und die Gefahr einer Unterversorgung ist bei abwechslungsreichem Futter minimal.

Frostfutter

Das beliebteste Futter in der Meerwasseraquaristik ist das Frostfutter. Es kommt der natürlichen Ernährung der meisten Fische am nächsten. Frostfutter gibt es in einer außerordentlichen Vielfalt und leider auch in sehr vielen Qualitäten.



Frostfutter wird von fast allen Meerwasseraquarienfischen liebend gern gefressen. (Foto: AquaCare)

Frostfutter sollte vor dem Verfüttern aufgetaut werden. Brechen Sie dafür die benötigte Menge aus der Frostfuttertafel heraus und lassen es mit ein wenig Wasser (kein Umkehrosmosewasser!) auftauen. Sobald es vollständig aufgetaut ist (bitte nicht stundenlang herumstehen lassen! Frostfutter verdirbt sehr schnell), sehen Sie, ob das Futter eine gute Qualität hat. Bei gutem Futtern sind die Futtertiere als Ganzes zu erkennen und das Auftauwasser ist nicht oder nur sehr schwach gefärbt. Aus Neugierde können Sie einmal den Phosphatgehalt des Auftauwassers messen (dafür sollte zum Auftauen phosphatfreies Wasser benutzt werden). Je schlechter das Frostfutter ist, desto höher ist die Phosphatkonzentration. Das Auftauwasser sollte nicht in das Aquarium gegeben werden - außer, das Aquarium ist unterbelastet (Phosphat sollte mindestens 0,05 mg/l betrag und Nitrat mindestens 5 mg/l). Schütten Sie das Auftaugemisch durch ein Kunststoffsieb und verfüttern Sie es. Viele Aquarianer meinen, dass im Auftauwasser wichtige Vitamine und Spurenelemente sind. Bei schlechtem Frostfutter (von Billigfutter für ca. 0,50 € pro 100g-Tafel kann fast davon ausgegangen werden; aber testen -Phosphattest- Sie auch dieses Futter einmal) stimmt das in der Tat; bei gutem Futter sind aber diese Stoffe in den ganz erhaltenen Tieren.



In reinen Steinkorallenaquarien mit wenig Fischbesatz kann es zu Nitrat- und Phosphatmangel kommen – dann muss das aufgetaute Frostfutter natürlich nicht abgespült werden. (Foto: AquaCare)

Ein kleiner Tipp: weil am Besten über den ganzen Tag gefüttert werden sollte und das Futter nicht lange haltbar ist, ist es sinnvoll, die ganze Futtermenge morgens aufzutauen, das abgesiebte Futter mit ein wenig Aquariumwasser in eine Kunststoff-Spritzflasche geben und zwischendurch im Kühlschrank aufbewahren. Dem Futtern kann auch einfach noch Flockenfutter beigemengt werden (siehe unten). Ohne viel Arbeit kann so den ganzen Tag über in kleinsten Portionen gefüttert werden. Wichtig: einmal aufgetautes Frostfutter darf auf keinen Fall erneut eingefroren werden - schmeißen Sie eine zu große Portion Ihren Fischen zuliebe besser weg. Auch im Kühlschrank vergessenes Futter vom Vortage sollte nicht mehr verfüttert werden. Meeresprodukte sind sehr schnell verderblich!

Im Handel wird eine große Anzahl verschiedener Frostfuttersorten angeboten. Im Meerwasseraquarium sollten nur Meeresprodukte verwendet werden. Alle Arten von Fisch (nicht geräuchert oder eingelegt!), Krebsen (*Artemia*, Mysis, Krill) und deren Produkte können ohne Bedenken verfüttert werden. Von Süßwassertieren (z.B. *Tubifex* oder *Daphnia*) oder gar Fleisch (z.B. Rinderherz) sollte dringend Abstand genommen werden. Diese Futtersorten sind entweder zu fett, haben eine falsche Zusammensetzung der unterschiedlichen Fettsäuren (Stichwort: omega-3-Fettsäure) oder schlecht verdaulich - auch wenn die meisten Meerwasserfische alles fressen. Muscheln sollten nur selten verfüttert werden, weil sie meist mit Schwermetallen und auch mit Phosphat überdurchschnittlich belastet sind.

Flockenfutter

Die Qualität von Trockenfutter - ob in Flockenform oder gefriergetrocknete Futtertiere - ist in den letzten Jahrzehnten sehr gut geworden. Die zugefügten Vitamine und andere Stoffe wie z.B. omega-3-Fettsäuren machen Trockenfutter zu einer guten Alternative zu Frostfutter. Unser Tipp: die Kombination von verschiedenen Frost- und Trockenfuttersorten.

Trockenfutter schwimmt zumeist auf und verschwindet sehr schnell im Überlauf des Aquariums. Auch sind einige Fische es nicht gewöhnt, von der Wasseroberfläche zu fressen. Um diesen Nachteil des Trockenfutters zu vermeiden, kann es vorher eingeweicht werden, z.B. zusammen mit abgesiebtem Frostfutter.

Lagern Sie Trockenfutter an einem kühlen, dunklen Ort in verschlossenen Dosen oder Beuteln, damit wertvolle Inhaltsstoffe nicht zu schnell verderben. Ein Haltbarkeitsdatum sollte immer auf der Packung aufgedruckt sein. Futtersorten ohne Haltbarkeitsdatum sollten grundsätzlich nicht gekauft werden.

Spirulina und andere Mikroalgen

Spirulina spec. ist eine hochwertige Mikroalge mit hohen Anteilen an Vitaminen und essentiellen Fettsäuren (z.B. omega-3-Fettsäuren). Auf dem Markt wird *Spirulina* als Flockenfutter, in Tablettenform oder als Pulver angeboten. Wir halten *Spirulina* für eine wertvolle Ergänzung zu anderen Futterarten. Gerade Weidegänger wie z.B. *Zebrasoma*-Arten nehmen *Spirulina* gern an. Salat oder anderes "Grünzeug" wird aus der eigenen Faulheit heraus nicht jeden Tag gefüttert.



Doktoren wie dieser *Zebrasoma flavescens* müssen unbedingt Grünfutter bekommen – z.B. als Flockenfutter mit *Spirulina* angereichert. (Foto: Günther Hubner)

Flüssigfutter für Niedere Tiere

In letzter Zeit sind viele Flüssigprodukte für sessile Niedere Tiere auf dem Markt gekommen. Meist wird sehr schnell überdosiert und die Wasserqualität leidet. Auch sind schon öfter Dinoflagellaten-Plagen (brauen oder rötliche "Schmieralgen"-Teppiche, die nachts nicht mehr da sind!) durch "Niederes-Tier-Futter" ausgelöst worden. Fast alle sessilen Niederen Tiere besitzen Zooxanthellen, die sie sehr gut mit allen essentiellen Stoffe versorgen. Eine Zusatzfütterung ist eigentlich nicht nötig, auch wenn Korallen gelöste organischen Stoffe aus dem Wasser aufnehmen können. Die Gefahr der Überbelastung des Aquari-

umsystems - gerade bei schwacher Technik - ist groß. Der Aquarianer ist natürlich begeistert, wie einige Tiere nach der Zugabe von Flüssigfutter "aufgehen" und die Polypen herausstrecken. Oft sind es aber nur Reizstoffe, die die Tiere veranlassen, die Polypen besonders herauszustrecken. Es ist durchaus möglich, dass eine Überreizung stattfinden kann und das Tiere nach einigen Wochen regelmäßiger Reizung zurück- und dann schließlich eingeht. - Wenn Tiere nur bei Zugabe von Reizstoffe ihre Polypen herausstrecken, ansonsten aber nicht, stimmt etwas mit der Wasserqualität, Beleuchtung oder Strömung nicht.



vor dem Füttern direkt nach dem Füttern



nach 5 min nach ca. 1 Stunde

Auch einige Korallen, wie hier eine *Tubastrea* spec. müssen regelmäßig mit viel Futtern versorgt werden. Andernfalls gehen sie zurück und sterben ab. (Foto: AquaCare)

Nur Tiere, die keine Zooxanthellen haben, müssen tatsächlich regelmäßig (täglich) gefüttert werden, damit sie nicht sterben. Diese Tiere sollten aber nur von Spezialisten gepflegt werden.



Dendronephtia spec., eine Koralle, die keine Zooxanthellen besitzt und deshalb organsiches Material (Plankton) aufnehmen muss. (Foto: Dirk Walber)

Medicinalflocken

Ein Sonderfutter sind die sogenannten Medizinalflocken. Dieses Flockenfutter enthält Medikamente und sollte nur im Notfall benutzt werden. Wenn z.B. Fische mit *Oodinium*, *Cryptocarion* oder *Ichtyophthirius* leicht infiziert sind, kann das Verfüttern der Medicinalflocken Hilfe bringen. Ist der Fisch über und über mit Pünktchen übersäht und frisst nicht mehr, hat das Futter natürlich keine Wirkung. Dann muss der Fisch aus dem Becken genommen und in einem Medikamentenbad übergesetzt werden. Auf keinen Fall sollte das Futter zur Prophylaxe dauernd gegeben werden. Die einzige Wirkung ist, dass die Erreger immun gegen das Medikament werden und mit diesem Wirkstoff nicht mehr die Krankheit geheilt werden kann.

Tauchen öfter in Ihrem Aquarium Krankheiten auf, stimmt die Wasserqualität nicht. In einem perfekten System können leicht kranke Tiere (mit guter Konstitution) eingesetzt werden, ohne dass der ganze Fischbestand dahingerafft wird; der leicht kranke Fisch wird in gesundem Wasser schnell heilen. Leider gibt es in letzter Zeit einige so aggressive Erreger, dass selbst die gesündesten Fische keine Chance haben. Die Einrichtung eines Quarantäneaquariums sollte deshalb überlegt werden.

Grundlegende Tipps für dem Aufbau eines funktionierenden Aquariumsystems finden Sie im Kapitel "Der AquaCare-Weg zur einem funktionierendem Riffaquarium".

Plankton

Im aquaristischen Sinne ist Plankton eine Vielzahl von kleinen und kleinsten pflanzlichen und tierischen Lebewesen, die als Futter für die Aquariumtiere verwendet werden können. Im wissenschaftlichen Sinne geht die Definition noch weiter: alles was im Freiwasser lebt und sich selbst gar nicht oder nur sehr wenig fortbewegen kann, also von der Meeresströmung abhängig ist. Unter anderem gehören auch Quallen mit mehreren Metern Durchmesser zum Plankton.

Beim Verfüttern von Plankton achten Sie bitte darauf, dass sich zumindest ein Teil des Futters noch bewegt. Totes Plankton bringt eher Schaden. Messen Sie einmal Phosphat- und Nitratgehalt des Planktons. Produkte mit sehr hohen Konzentrationen sollte nicht verwendet werden.

Die Qualität des angebotenen Planktons variiert ebenfalls sehr stark. Meist werden Monokulturen angeboten, d.h. es ist nur eine Planktonart in der Flasche. Der Wert von Monokulturen ist nicht besonders hoch. Mischkulturen sind schwieriger herzustellen, sind aber aufgrund der Abwechslung für die Tiere bei weitem besser. Die Haltbarkeit der Planktonprodukte ist nur sehr gering. Zooplankton (tierisches Plankton) hält nur wenige Tage (wenn genügend Futter in der Kultur ist), Phytoplankton (pflanzliches Plankton) ist im Allgemeinen haltbarer - bis einige Wochen. Phytoplanktonkulturen sollten eine intensive Grünfärbung haben. Färbt sich grünes Plankton in Richtung gelb oder rot, sollte es weggeschüttet werden. In diesem Zustand sind viele der wichtigen Inhaltsstoffe von den Algen selbst verbraucht worden. Plankton, dass schon einige Tage alte ist, kann auf keinen Fall für die Zucht von Meerwasserfischen verwendet werden - der Gehalt an essentiellen Stoffen ist einfach zu gering.

In der Zukunft wird die Verfütterung von Plankton, dass speziell angereichert wird, ein entscheidende Rolle in der Aufzucht von Korallenfischen und in der Riffaquaristik einnehmen. Erste Ansätze zur eigenen Zucht von Plankton sind gemacht worden. Für die breite Riffaquaristik sind die Verfahren aber noch zu aufwendig, kompliziert, uneffektiv oder zeitintensiv.

Grünfutter für Doktoren und andere Weidegänger

Eine Vielzahl von Fischen ist auf pflanzliches Futter angewiesen. Einige der Tiere werden auch bewusst als Algenvertilger in das Riffaquarium eingesetzt. Der gelbe Seebader *Zebrasoma flavescens* ist wohl der bekannteste "Algenfisch", obwohl es weit aus bessere Algenfresser gibt: *Ctenochaetes* spec., insbesondere *Ctenochaetes striatus* (leider nicht besonders farbig), *Salarias* spec. (einige Tiere fressen ausschließlich Algen!), die meisten Seeigel.



Typische Algenfresser im Meer: *Zebrasoma desjardinii* (Rotes Meer; Foto: Dirk Walber)

In vielen Aquarien werden einige Doktoren und Seebader gehalten, so dass das natürliche Algenaufkommen für eine optimale Ernährung nicht ausreicht. Unglücklicherweise fressen diese Fische alles, so dass der pflanzliche Anteil oft zu kurz kommt. Die Tiere sind auf pflanzliches Futter unbedingt angewiesen. Durch Beimischung von *Spirulina*-Flocken zum Frostfutter oder Trockenfutter kann ein kleiner Ersatz geschaffen werden.

Weit aus eleganter ist jedoch die direkte Verfütterung von Pflanzen. Erstens fressen nur die Pflanzenfresser und zweites haben sie damit den ganzen Tag zu tun - wie in der Natur. Als besonders reizvoll haben sich alle Arten von Salat erwiesen: Kopfsalat, Eisbergsalat (hält sich besonders gut im Wasser und verdirbt nicht so schnell), Meersalat (hält sich perfekt, da er aus dem Meer stammt, aber wird nicht ganz so gern gefressen), auch die etwas bitteren Arten wie Feldsalat, Kraussalat, etc.. Ebenfalls können Schlangengurken, Löwenzahn, Spinat - eigentlich alles das grün ist - verfüttert werden. Treibhausprodukte (Winterzeit) sollten aber nur bedingt verfüttert werden, da sie teilweise hohe Mengen an Nitrat und anderen Schadstoffe aufweisen können.



Ein Salatblatt mit einem Gummiband auf einem Stein befestigt – fertig ist die Salatbar für Doktoren. (Foto: AquaCare)

Wenn noch kein Fisch an dieses Ersatzfutter gewöhnt ist, muss ein wenig raffiniert vorgegangen werden. Man darf auf keinen Fall ein riesiges Blatt einfach ins Wasser hängen. Die Fische haben oft Angst vor dem "Killersalatblatt" und verstecken sich. Bei solchen Angsthasen hilft nur die "klein auf klein"-Methode. Nehmen Sie ein kleines Stück Salatblatt und legen es auf den Bodengrund und beschweren es mit einem kleinen Riffstein. Es sollten nur wenige Quadratzentimeter zu sehen sein. Mit der Zeit bekommt der erste Fisch mit, dass das Grünzeug schmeckt. Von Tag zu Tag können Sie die Fläche des Salatblattes vergrößern bis Sie letztendlich ganze Salatblätter z.B. mit einem Gummiband auf dem Stein befestigen. Sie werden interessante Szenen am Salatblatt erleben, gerade dann, wenn Sie von einer Doktorart mehrere Exemplare halten. - Die Fische werden beschäftigt und gesund ernährt. Und nur gesunde Fische bereiten Ihnen für lange Zeit Freude und Spaß.

Vitaminzusätze

Wenn überhaupt Vitaminzusätze verwendet werden - eine abwechslungsreiche Ernährung hat normalerweise genügend Vitamine - sollten die zumeist flüssigen Produkte mehrer Minuten von Trocken-, Granulatfutter oder gefriergetrocknetem Futter (z.B. Krill) eingeweicht werden. Eine Vitaminisierung sollte bei Aufzuchten, geschwächten oder mit Mangelerscheinungen geschlagenen Tieren stattfinden.
Achtung: die meisten Vitaminprodukte lassen den Abschäumer überschäumen.

Füttern und Abschäumung

Sobald Futter in das Aquarium gegeben wird, gelangen wasserbelastende Stoffe ins Wasser. Wie stark der Abschäumer auf die Futterzugabe reagiert hängt von drei Dingen ab: die Art des Futters, die Menge des Futters, die Effektivität des Filtersystems incl. Kreislaufströmung und Abschäumer.

Allgemein gilt, je empfindlicher der Abschäumer ist (niedrige Ansprechkonzentration) desto leichter kann er bei Futterzugabe überschäumen. Man kann aber die Leistung durch Drosseln der Luftzufuhr reduzieren und nach ca. einer halben Stunde nach der Fütterung die normale Luftmenge wieder einstellen. Ein Abschäumer, der selbst bei Fütterung von Rogen nicht reagiert, sollte gegen ein leistungsfähigeres System ersetzt werden, weil er im Normalbetrieb ganz bestimmt nicht die geforderte Leistung erbringt.



Moderne Abschäumer holen aus belasteten Aquarien enorme Menge an Abfallstoffe heraus. (Foto: AquCare)

Es gibt Futterarten, die den Abschäumer kaum beeinflussen, extremes Überschäumen verursachen oder gar den Schaum zusammenbrechen lassen. Durch geschicktes Mischen von nicht und stark schäumenden Futtersorten kann der Abschäumer selbst während der Futterung im Normalbetrieb gehalten werden. Wie stark nun eine Futtersorte die Abschäumung beeinflusst, hängt von der Futtersorte, der Qualität, der Verarbeitung und der Behandlung durch den Aquarianer ab. Von Charge zu Charge kann die Qualität des Futters und damit die Abschäumtätigkeit erheblich variieren. Deshalb gibt die folgende Tabelle auch nur einen Anhaltpunkt für die Abschäumerbeeinflussung wieder.

Plankton	− -/+ +
stark Vitamin-E-haltige Produkte	−
Vitaminprodukte (außer Vitamin E)	+
Miesmuschelfleisch	+
Mysis	-/+
Krill	-/+
Artemia	-/+
Trockenfutter	-/+ +
Rogen	+ +

− lässt Schaum zusammenbrechen
-/+ Abschäumer reagiert kaum
+ Abschäumer reagiert mit extremen Überschäumen

Wie kaufe ich Meerwassertiere ein?



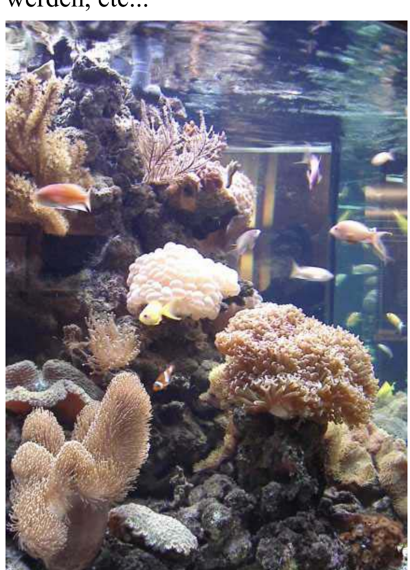
AquaCare GmbH & Co. KG
Am Wiesenbusch 11 - D-45966 Gladbeck - Germany
☏ +49 - 20 43 - 37 57 58-0 • 🖷: +49 - 20 43 – 37 57 58-90
www.aquacare.de • e-mail: info@aquacare.de



Bild: Michael Kokoscha

Welche Art Meerwasser-aquarium möchte ich?

Die aller erste Entscheidung, die Sie als angehender Meerwasseraquarianer treffen müssen, ist: welchen Meerwasseraquarientyp möchte ich? Denn danach muss die komplette Technik ausgesucht werden. Für ein reines Fischaquarium wird z.B. nur eine geringe Beleuchtung benötigt; bei einem reinem Steinkorallenaquarium kommt man ohne Kalkreaktor fast nicht aus; bei einem Steinkorallenaquarium mit hohem Fischbesatz muss die Technik wesentlich größer dimensioniert werden; bei Artenbecken müssen die speziellen Bedürfnisse der Pfleglinge berücksichtigt werden, etc...



Ausschnitt aus einem bunten Riffaquarium.
Foto: AquaCare

Steht der Typ fest, sollte man sich einige Gedanken über den Fischbesatz und die Niederen Tiere machen. Nicht alle Tiere passen zusammen. Wird z.B. ein Großkaiser ausgesucht, kann man eine Reihe Korallen getrost vergessen; von denen ernährt er sich in der Natur - und auch im Aquarium. Ebenso dürfen keine Garnelen ins Aquarium gesetzt werden, wenn ein Mirakelbarsch *Calloplesiops* spec. schon bereits schwimmt. Viele Tiere habe so große Reviere, dass sie nur einzeln in ein Aquarium gesetzt werden dürfen; andere wiederum sind Schwarmfisch und sollten zumindest als kleine Gruppe im Aquarium schwimmen; ist ein Schwarmfisch allein im Becken, ist das ebenso Tierquälerei wie schlechte Wasserqualität oder zu wenig oder falsches Futter.

Viele Tiere sind für Hobbyaquarien einfach nicht geeignet. Fische, die von Natur aus sehr groß werden, gehören nicht in ein Hobbyaquarium. Zackenbarsche z.B. werden öfter im Handel angeboten. Aber sie wachsen doch recht schnell und schon ist das Aquarium zu klein, bzw. der Aquarianer quält das zu groß gewordene Tier. Ausgewachsen wiegen Zackenbarsche einige hundert Kilogramm - die Tiere sind also nur etwas für Großaquarien!

Wenn Sie sich Tiere zulegen, lassen Sie sich beraten und lesen erst einmal geeignete Literatur. Eignen Sie sich am besten die lateinischen Namen der Tiere an. Zuerst sind die Namen sehr ungewohnt, aber die Verständigung ist einfach besser, weil es für ein und den selben Fisch viele deutsche oder amerikanische Namen gibt (nur selten ist es andersherum). Beachten Sie, dass ein "falscher" Fisch das komplette Aquariumgleichgewicht vollkommen durcheinander bringen kann.

Wo kaufe ich Tiere ein?



Ein kleiner Kellerladen kann hervorragende Anlagen und Tiere aufweisen.
Foto: Nilsen

Die Anzahl der Zoofachhandlungen ist enorm. Doch wer sich für Meerwassertiere entschieden hat, wird schnell feststellen, dass die Anzahl der Meerwassergeschäft wesentlich niedriger ist. Es gibt riesige Zoohandlungen mit allen Haustieren bis zu hochspezialisierten Kleinstgeschäften - oft im Keller. Die Größe der Läden sagt jedoch NICHTS über die Qualität der Beratung und der Tiere aus. Besuchen Sie so viele Geschäfte wir möglich und lassen sich beraten. Stellen Sie auch einige Fangfragen, deren Antwort Sie schon vorher kennen und beurteilen Sie dann die Kompetenz der Verkäufer. Wenn Ihnen als Anfänger z.B. ein Weiskehldoktor *Acanthurus leucosternon* verkauft werden soll, drehen Sie sich am besten wieder um und betreten den Laden nicht mehr wieder.



Die Größe eines Geschäftes sagt nichts über die Qualität aus. Wenn hier zur großen Auswahl auch die Qualität stimmt, kann jeder Aquarianer froh sein. Foto: AquaPerfekt

Wenn die Beratung stimmt, sollten natürlich die Tiere ebenfalls in Ordnung sein. Schauen Sie sich die Verkaufsanlagen genau an. Sind zum Beispiel fast alle Niederen Tiere geschlossen oder lösen sich schon halb auf, lassen Sie von einem Kauf ab. Auch aus "verdreckten" Aquarien (Schmieralgen, Planarien, gelbliches Wasser, nicht gewartete Technik) sollte nichts gekauft werden. Fische sollten wohl genährt und gesund aussehen. Sind bereits kranke Tiere im Aquarium, vermeiden Sie den Kauf. Sind tote Tiere im Aquarium, ist das ein schlechtes Zeichen für die Sorgfalt des Betreibers. Bei solchen Verhältnissen kann man davon ausgehen, dass die Tiere auch nicht eingewöhnt wurden.

In fast allen Fischverkaufsanlage werden Antibiotika und/oder Kupfer eingesetzt. Sie erkennen es daran, dass der Bodengrund und Einbauten vollkommen algenfrei sind. Außerdem werden Sie nie in solchen Aquarien Niedere Tiere sehen. Bei Fischen aus diesen Anlagen kommt es nicht selten vor, dass nach dem Einsetzen in Ihre Aquarium sofort Krankheiten ausbrechen. Gerade deshalb ist es wichtig, dass die neuen Fische eine gute Konstitution haben. Sieht man bereits die Gräten als Abdrücke auf der Haut und ist der Fischbauch eingefallen, hat das Tier keine Überlebenschance. Sie riskieren sogar den Totalverlust aller bereits im Aquarium schwimmenden Tiere. Auch Fische, die andauernd in kleinen Kreisen schwimmen ("kreiseln"), heftig atmen, auf dem Kopf stehen (außer z.B. Schnepfenmesserfische *Aeoliscus strigatus*), bereits Krankheitssymptome zeigen oder sich einfach nicht normal verhalten, sollten auf keinen Fall gekauft werden - und wenn sie noch so preiswert sind!

Zumeist ist in den Fischverkaufsanlagen eine geringe Salzdichte, um Ektoparasiten (*Oodinium, Cryptocaryon*) das Leben zu erschweren. Beachten Sie diese Umstand beim späteren Einsetzen in das Aquarium. Die Umgewöhnungsphase muss dementsprechend lang sein.

Optimal sind Aquarienanlagen, in den Niedere Tiere und Fische gleichzeitig gehalten werden. Weil die Belastung in Verkaufsanlagen auf Grund der sehr wechselnden Fischanzahl enorm hoch sein kann, müssen diese Aquariensysteme mit einer effizienten Technik ausgerüstet sein.

In vorbildlich betriebenen Meerwassergeschäften, wird der Verkäufer auf Anfrage die Tiere vor Ihren Augen füttern, damit Sie erkennen können, ob der von Ihnen ausgesuchte Fisch Ersatzfutter annimmt und sich normal benimmt. Frisst er nicht, kaufen Sie ihn am besten nicht. Lassen Sie sich auf keine Ausreden ein wie: "Die Fische sind heute bereits gefüttert und dürfen nichts mehr bekommen." Rifffische können nicht verfetten (einmal von Lauerjägern z.B. der Rotfeuerfisch *Pterois* spec. oder der Verfütterung von zu fettreichem Futter abgesehen).

Leider sind die vorbildlichen Beispiele nur selten und so kommt es, dass viele Meerwasseraquarianer 100...200 km fahren, um an gesunde Tiere zu kommen.

Wie müssen die Tiere verpackt und transportiert werden?

Haben Sie sich für Tiere entschlossen, müssen einige Grundsätze eingehalten werden, damit die Tiere auch gesund in Ihr Aquarium kommen.

Alle Tiere sollten einzeln verpackt werden - nur sehr kleine Schwarmfische können zu mehreren eingetütet werden. Werden mehrere Tiere in einen Beutel gepackt, können sie sich gegenseitig verletzen oder vernesseln. Stirbt ein Tier, wird die Wasserqualität so schnell schlecht, dass die anderen Tiere keine Chance mehr haben.

Fische dürfen auf keinen Fall im Dunkeln gefangen werden (nachtaktive Fische einmal ausgenommen). Der Fangstress kann so hoch sein, dass sie kurz darauf sterben.

Einige Tiere müssen unter Wasser eingepackt werden, damit sie überleben. Dazu gehören Seeigel, Seesterne, Schwämme, Seepferdchen und Muscheln.

Sehr zerbrechliche Steinkorallen sollten auf einem Styroporblock befestigt und kopfüber in den Transportbeutel verpackt werden. So ist gewährleistet, dass sie nicht den Beutelrand berühren und Äste abbrechen können.

Im Transportbeutel muss mindestens 2/3 Luft über dem Wasser sein, damit kein Sauerstoffmangel während

des Transportes eintritt. Bei längeren Fahrten ist es sinnvoll, Reinsauerstoff zu verwenden. Der Reinsauerstoff ermöglicht eine höhere Ammoniakunempfindlichkeit der Tiere (GRØTTUM et al. 1997). Besonders empfindlich gegenüber Sauerstoffmangel sind z.B. *Zebrasoma*-Arten.

Während des Transports darf die Temperatur sich nicht stark verändern. Besonders im Sommer und im Winter bei Extremtemperaturen sollten die Tierbeutel in Styroporboxen zum Temperaturschutz eingepackt werden. Das gilt ebenfalls für Lebende Steine.

Das Einsetzen der neuen Tiere ins Aquarium

Haben Sie Ihre Tiere heile nach Hause transportiert, bewahren Sie Ruhe und haben Sie Geduld. Überstürztes Handeln oder zu große Vorfreude sind fehl am Platze.

Niedere Tiere (außer die Tiere, die unter Wasser verpackt werden müssen) nehmen Sie aus den Beuteln heraus, schwenken Sie noch einmal in dem Transportwasser, damit die meisten Schleimstoffe im Beutel bleiben und setzen Sie sie sofort ins Aquarium - schütten Sie das alte Wasser weg. Stammen die Tiere aus einem Aquarium, in dem Planarien (auch Mandarinfische *Synchiropus splendidus*, *S. picturatus* fressen Planarien) zu sehen waren, sollten die Niederen Tiere für ca. 10 Sekunden in Leitungs- oder Umkehrosmosewasser getaucht werden - dabei sterben evtl. vorhandene Planarien schnell ab. Suchen Sie einen artspezifischen Platz (Licht, Strömung, Nesselempfindlichkeit) und befestigen Sie das Tier provisorisch (in eine Lücke klemmen). Fühlt sich das Tier wohl (Polypen strecken sich nach einigen Minuten bis Stunden heraus) befestigen Sie es endgültig (z.B. mit Korallenkleber). Nur wenige Tiere brauchen mehrere Tage, um sich zu entscheiden, ob sie sich wohlfühlen.

Fische und die oben erwähnten unter Wasser verpackten Tiere müssen anders behandelt werden, wenn sie aus reinen Fischbecken mit niedriger Dichte gefangen wurden. Geben Sie die Neulinge gemeinsam in ein Glas- oder Kunststoffgefäß (z.B. Eimer) und lassen LANGSAM Aquariumwasser hinzutropfen (1 Tropfen pro Sekunde). Sorgen Sie für die richtige Temperatur (z.B. das Gefäß in das Filterbecken hineinstellen) und bei vielen Fischen versorgen Sie sie mit Luft (Ausströmerstein). Ist das Gefäß voll, schütten Sie die Hälfte weg (nicht ins Aquarium, weil Kupfer- oder Antibiotikareste im Wasser enthalten sein können!) und lassen weiter Aquariumwasser hinzutropfen. So verfahren Sie mindestens 10mal, damit sich die Wasserqualität langsam anpasst und die Tiere zum Transportstress nicht noch unnötigen Wasserstress erleiden. Die Tropfenanzahl kann zum Schluss erhöht werden.

Fische sollten nie direkt aus den beim Händler frisch eingetroffenen Importboxen gekauft werden, da sich bei der Anpassung an das Aquariumwasser schwerwiegende Probleme ergeben können.



In großen Schauaquarien sind Quarantäneabteilungen selbstverständlich. Foto: AquaCare.

Quarantäne

Quarantäne oder keine Quarantäne? In vielen Büchern steht, dass neue Fische ein paar Tage in Quarantäne gehalten werden sollen. Wir können uns da nicht allgemein anschließen, weil in den meisten Fällen kein ordentliches Quarantänebecken zur Verfügung steht. Die Quarantäne ist Aufgabe des Händlers - jedenfalls im Idealfall. Er hat dafür zu sorgen, dass die frisch importierten Tiere die ersten zwei Wochen nicht zum Verkauf stehen und bei möglichen Krankheiten (meist *Oodinium* oder *Cryptocaryon* aber auch viele Würmer in den Därmen und Kiemen) die geeigneten Gegenmaßnahmen unternimmt. Tiere direkt aus dem Importbeutel zu erwerben ist natürlich ein Risikofaktor; dann sollten die Tiere auf jeden Fall in Quarantäne, um den Aquarienbestand nicht zu gefährden.

Wenn eine Quarantäne durchgeführt werden soll, muss darauf geachtet werden, dass die Filtertechnik und Strömung mindestens eben so gut ist, wie im Hauptbecken. Die Wasserqualität spielt eine außerordentliche Rolle. Wenn sie nicht stimmt, kann ein gesunder Fische im Quarantänebecken schnell krank werden. Ebenfalls wichtig ist, dass Versteckplätze zur Verfügung stehen. Ein Rifffisch, der sich nicht verstecken kann, hat Stress und ist deshalb anfällig gegenüber Infektionskrankheiten. Aus diesem Grund sollten in Fischverkaufsaquarien aus Mangel an Verstecken immer eine größere Anzahl von Fischen schwimmen. Der einzelne Fisch kann sich so in der Fischmenge verstecken.

Revierkämpfe alt gegen neu

Bei vielen revierbildenden oder aggressiven Fischen gilt immer der Grundsatz: setzen Sie Tiere gemeinsam ein. So werden die meisten aggressiven Handlungen verhindert. Aber leider bekommt man nicht die gewünschten Tiere auf einmal im Handel zu kaufen - oder der Geldbeutel spielt nicht so mit. Mit kleinen Tricks kann dieses Problem aber trotzdem umgangen werden.

- ❖ Setzen Sie die aggressiveren und kräftigere Tiere später ein.
- ❖ Setzen Sie Tiere einer Art wenn möglich zusammen ein.
- ❖ Füttern Sie mehrmals täglich, damit kein Futterneid aufkommt. Selbst friedfertige Tiere (z.B. Zebrasoma-Arten) bekämpfen sich, wenn sie zu wenig gefüttert werden.

- Trennen Sie einen Teil des Aquariums mit einer durchsichtigen (Plexiglas) aber wasserdurchlässigen (Löcher) Scheibe ab, z.B. eine Ecke des Aquariums. Setzen Sie das neue Tier für ein paar Tage in die Abtrennung. Mit der Zeit verhält sich der Neuling normal und bietet damit für andere Fische keinen Grund ihn anzugreifen. In der Natur werden die Tiere von den Artgenossen verstoßen, die sich nicht normal bewegen (z.B. Krankheit oder Altersschwäche), damit Krankheiten sich nicht verbreiten können. Im Aquarium ist der Platz jedoch sehr begrenzt und deshalb werden neue Tiere, die sich meist nicht normal verhalten, bis zum Ableben verjagt. - Die alt eingesessenen Fische bekommen mit der Zeit auch keine Lust mehr, den unnormalen Neuling anzugreifen, weil er hinter der Scheibe unbezwingbar ist. Außerdem kann der Neuling aus einer Absperrung leichter herausgefangen werden, wenn er Krankheitssymptome zeigt.

Herausfangen der Fische aus einem eingerichtetem Aquarium

Es ist sehr schwer, Fische aus einem eingerichteten Riffaquarium herauszufangen. Deshalb sollte sich sehr genau überlegt werden, welcher Fisch neu hinzukommt. Manchmal ist es jedoch unumgänglich, einen bestimmten Fische herauszufangen. Mit einem Kescher brauchen Sie erst gar nicht anzufangen. Sie haben keine Chance, den Fisch zu fangen.

Im Handel gibt es durchsichtige Fischfallen, die mit einem Köder versehen werden können. Man muss nur Ausdauer haben, bis der richtige Fisch in der Falle ist. Erst wenn er vollständig in der Falle ist, darf der Verschluss geschlossen werden. Die Fischfalle funktioniert bei den meisten Fischen nur ein einziges Mal. Hat man seine Chance vertan, hat der Fisch meist gelernt, der Falle aus dem Weg zu gehen.

Alle anderen Methoden sind radikaler. Zum einen kann der komplette Riffaufbau aus dem Aquarium genommen und der Wasserspiegel bis auf wenige cm gesenkt werden. Dann lassen sich die Fische mit einem Kescher gut fangen. Fische mit Stacheln oder sehr empfindliche Fische sollte mit einer Fangglocke aus dem Aquarium herausgeholt werden. Diese radikale Methode wird eigentlich nur angewandt, wenn mit dem ganzen Aquarium umgezogen soll und daher der Aufbau sowieso neu gestaltet werden muss.

Die letzte Methode, eine bestimmten Fisch aus dem Aquarium zu holen, ist die Angelmethode. Mit einem feinen Haken (der Fischgröße angepasst) und einem Köder, geht man so lange auf die Lauer, bis der richtige Fische anbeißt. Die anderen müssen immer vertrieben werden. Die Verletzung durch den Angelhaken heilen meist gut aus.

Ein Beispielbesatz für ein Anfänger-Riffaquarium 400 Liter

Für den Anfänger sollten die ersten Tiere robust, eine bestimmte Funktion im System haben und sollten nicht zu teuer sein.

Für die Einfahrphase, sobald die ersten Grünalgen wachsen:

3 Turbo-Schnecken:Algenvertilger
3 kleine Einsiedlerkrebse: Restfutterverwerter
1 Schlangenstern: Restfutterverwerter
2 bis 4 *Zebrasoma*, wenn möglich 2 plus 2; z.B. *Zebrasoma flavescens, Zebrasoma scopas*: Algenvertilger
1 *Ctenochaetes striatus* oder
1 *Salarias fasciatus*: nicht gerade farbig, aber sehr guter Algenfresser

Wenn die Grünalgen im Griff sind, können weitere Tiere eingesetzt werden. Natürlich spielt der Geschmack des Aquarianers eine Rolle. Wir zeigen deshalb die Tiere auf, die besonders nützlich sind oder sehr friedfertig.

ca. 20 Niedere Tiere je nach Größe der Gruppen: Weichkorallen, Lederkorallen, Krustenanemonen, Scheibenanemonen: die meisten Tiere sind robust und vertragen so einige Anfängermissgeschicke
2 Putzergarnelen, *Lysmata amboinensis*: Parasitenprophylaxe
2 Putzergarnelen, *Lysmata wurdemanni*: Frisst Glasrosen, bei Hunger allerdings auch Krusten- und Scheibennanemonen
2 Putzerlippfische, *Labroides dimidiatus*: Parasitenprophylaxe (darf nicht mit *Aspidontus taeniatus* verwechselt werden; der knabbert nämlich an Fischen)
1 Paar Mandarin- oder LSD Fische, *Synchiropus splendidus, S. picturatus*: fressen einzelne Planarien; können sich aber bei einer Massenvermehrung der Parasiten nicht durchsetzen
4-5 Demoisellen oder Preussenfische: kleine Raufbolde, aber sehr hart im Überleben
1 Paar Zwergkaiser: schöne Farbtupfer im Aquarium, Aiptasienfresser

Aiptasia spec.
Glasrosen



AquaCare GmbH & Co. KG
Am Wiesenbusch 11 - D-45966 Gladbeck - Germany
☏ +49 - 20 43 - 37 57 58-0 • 🖷: +49 - 20 43 – 37 57 58-90
www.aquacare.de • e-mail: info@aquacare.de



Bild: AquaCare

Fortgeschrittener Befall eines Aquariums mit leicht grünlich fluoreszierenden Aiptasien.
Die ersten Korallen werden bereits vernesselt (der untere Stamm der braunen *Pocillopora*).

Wenn eine Schönheit zur Plage wird

"Die sieht aber schön aus!" Dies oder Ähnliches hat jeder Meerwasseraquarianer beim Anblick der ersten Glasrose gesagt oder gedacht. Wenn es doch nur bei dieser einen bleiben würde!

Zweifelsohne sind Anemonen aus der Gattung *Aiptasia* recht hübsch anzuschauen - nicht selten werden Lebende Steine, die mit Aiptasien bewachsen sind, als "Anemonensteine" verkauft. Die Färbung variiert von weiß bis braun, teilweise sind fluoreszierenden Pigmenten eingebettet. Die Tentakellänge reicht von halber Körperlänge bis zu einem Vielfachen. Das Fressverhalten ist sehr interessant und kann bei diesen fast transparenten Tieren sehr gut beobachtet werden. Die Tiere sind äußerst robust und vertragen fast alle Fehler, die ein Aquarianer machen kann. Eigentlich sind sie die perfekten Anfängertiere.

Aiptasien haben nur zwei entscheidende Nachteile:

1. sie können sich explosionsartig vermehren und sind in der Lage das Aquarium in eine Monokultur zu verwandeln und
2. sie nesseln sehr stark und können anderen sessilen Tieren dementsprechend aggressiv gegenübertreten. Es gibt nur wenige Niedere Tiere, die sich von Glasrosen nicht beeindrucken lassen.

JEDER Aquarianer wird früher oder später vor der Frage stehen: wie werde ich die Aiptasien wieder los.

Methoden zur Bekämpfung

Mechanische Techniken

Wir können von mechanischen Techniken nur abraten. Meist kann man die Tiere zerstören, doch aus den Überresten entwickeln sich sehr schnell jede Menge neue Tiere - und zwar im ganzen Aquarium verteilt.

Nur wenn das Tier im Ganzen entfernt werden kann, ist die mechanische Methode sinnvoll. Das schafft man aber meist nur, wenn man ein Tier auf einer glatten Fläche, z.B. auf einer Scheibe, sitzen hat. Dann kann es vorsichtig mit einem Kunststoffschaber oder Rasierklinge im Ganzen entfernt werden.

Biologische "Kriegsführung"

Die "einfachste" Methode, den Glasrosen Einhalt zu gebieten, ist das Einbringen von Glasrosen fressenden Tieren. Leider fressen nur wenige Tiere Glasrosen, viele von ihnen nicht ausschließlich Glasrosen, sondern auch andere Niedere Tiere. Oder die biologischen Bekämpfer werden zu groß, sind kurzlebig, sind empfindlich, sind selten im Handel zu erwerben, gehen nur an die jungen Glasrosen heran und sterben, sobald keine Glasrosen mehr vorhanden sind (aber keine Angst, die Aiptasien kommen bestimmt wieder!).

Die unten aufgeführten Tiere sind keine Garantie für eine aktive und erfolgreiche Glasrosenbekämpfung, die keine "Lateralschäden" verursacht, z.B. das Dezimieren der Korallen. Oft werden Glasrose auch nur angerührt, wenn die Tiere (gerade Fische) Kohldampf schieben - und das ist der schlechteste Weg Korallentiere zu halten. Werden Tiere in das Aquari-

um eingesetzt, sollten sie gut und abwechslungsreich gefüttert werden (siehe Fütterung der Meerwassertiere).

Scatophagus argus (Argusfisch): Glasrosenfresser; wird aber zu groß in normalen Riffaquarien.

Acreichthys tomentosus (Seegras-Feilenfisch): keine 100%ige Sicherheit, dass er Glasrosen frisst. Er ist aber nicht so empfindlich, wie die unten genannten Fische.

Chaetodon auriga, C. kleinii, C. lunula, C. unimaculatus, Chelmon rostratus, Forcipiger longirostris: zumeist sehr empfindliche Fisch, die trotz ausgereifter Technik nur schwer haltbar sind. Übergriffe auf andere Tiere sind möglich und Glasrosensicherheit sind bei weitem nicht gegeben. Bei diesen Arten wird die Ersatzfutterentwicklung in der Zukunft eine große Rolle spielen.

Aeolidiella Stenphanieae („Berghia verrucicorni“)s: diese glasrosenfressende Nacktschnecke frisst ausschließlich Aiptasien. Sind diese vernichtet verhungert die Schnecke. Aber einige wenige Zellreste der Glasrosen können sich langsam wieder erholen und zur nächsten Plage werden. Um einen dauerhaften Schutz gegen Glasrosen aufzubauen, müssen Glasrosen in einem Extrabecken gezüchtet werden, damit die *„Berghia“* regelmäßig gefüttert werden kann.

Lysmata wurdemanni: diese scheue und kurzlebige Garnele frisst aktiv Glasrosen, wenn auch nur kleinere Exemplare. Der hohe Preis im Handel bei maximal 2 Jahren Überlebensdauer, lässt diese Methode schnell zu einem teuren Vergnügen werden. Diese Tiere sollten nur eingesetzt werden, wenn die Garnelen in ein ruhiges Becken gesetzt werde, damit man sie überhaupt einmal sieht. Eine Nachzucht ist relativ einfach möglich und kann bei Fans dieser Tiere zu einer (nebenbei) erfolgreichen Glasrosenbekämpfung führen. - *Lysmata seticaudata* soll Glasrosenpopulationen ebenfalls in Schach halten (KRAUSE 2009).

***Centropyge* sp.**: die Zwergkaiser fressen keine ausgewachsenen Glasrosen. Jedoch die kleinen Übertäter werden regelmäßig von zumindest einigen Arten gefressen. Wir konnten in Becken, in denen folgende Arten vertreten waren, keine Glasrosen (im Filterbecken schon) entdecken: *C. loriculus, C. bispinosus, C. multispinis.*

Calciumhydroxidmethode

Aiptasien können mit Calciumhydroxid zersetzt werden. Dazu werden zuvor die Strömungspumpen im Aquarium ausgestellt. Nun kann ein Brei aus Calciumhydroxid und Umkehrosmosewasser (einige Sekunden in der Mikrowelle erhitzen erhöht die Wirkung) in eine Einwegspritze aufgezogen werden. Mit einer sehr dicken Kanüle können nun einzelne Tiere schnell angestochen und mit dem weißen Brei gefüllt werden. Die Glasrose zieht sich schnell zusammen wird aber trotzdem verätzt - oft mit nachhaltigem Erfolg. Ganze Kolonien können mit dem Brei abgedeckt werden. Nach ca. 1/4 Stunde darf die Strömung wieder in Betrieb genommen werden. Meist reicht eine "Behandlung" nicht aus. Gerade sehr große Glasrosen können sich wieder aus kleinsten Resten regenerieren. Dann wachsen aber zu Beginn nur sehr kleine Exemplare, die mit einer zweiten Behandlung meist vollständig zerstört werden können. Die Bekämpfung muss regelmäßig durchgeführt werden, um dauerhaft Erfolg zu haben. Bei Glasrosen, die direkt an oder auf anderen Tieren sitzen kann die Methode natürlich nicht angewendet werden. Die erwünschten Tiere werden durch das Calciumhydroxid ebenso geschädigt oder getötet.



Achtung! Calciumhydroxid und dessen wässrige Lösung ist stark alkalisch. Es sollten nie zu große Flächen auf einmal behandelt werden. Überwachen Sie den pH-Wert im Aquarium und beachten die Benutzungshinweise auf der Verpackung.



Salzsäure

Um die Glasrosen mit Salzsäure zu zerstören, muss Salzsäure (nicht über 10%ig) mit einer Einwegspritze und einer großen Kanüle direkt in die Tiere injiziert werden. Bei dieser Methode muss ebenfalls auf den pH-Wert - besonders bei niedriger Karbonathärte - geachtet werden. Auf keinen Fall sollte eine andere Säure benutzt werden. Phosphorsäure lässt den Phosphatwert drastisch ansteigen; Schwefelsäure ist extrem gefährlich in der Handhabung; organische Säure belasten das Wasser und können zu einer Bakterienblüte führen.



Salzsäure ist ätzend und muss mit Vorsicht benutzt werden. Beachten Sie die Sicherheitshinweise auf der Salzsäureflasche.



Wasserklima

Alle Faktoren, die ein üppiges Wachstum und Vermehrung der Aiptasien verursachen, sind nicht bekannt. Die Glasrosen können sowohl im Dunklen (heterotroph) als auch bei starkem Licht (autotroph) wachsen und gedeihen. Die Fütterung zu vermindern, nur um den Glasrosen weniger Chancen einzuräumen, ist nicht die richtige Methode. Ihre Fische werden ohne gute Fütterung abmagern, aggressiv und krank werden. Leider sprechen Glasrosen auch auf partikuläres Futter (z.B. Plankton) sehr gut an. Die Korallen können leider nicht so gefüttert werden, dass nichts mehr für Glasrosen übrig bleibt.

Es sollte darauf geachtet werden, dass die allgemeinen Wasserparameter sich im normalen Rahmen befinden. Gerade Nitrat und Phosphat sollte nicht als Dünger in großen Mengen vorliegen. Auch Glasrosen wachsen mit diesen Nährstoffen wesentlich schneller und kräftiger heran. Es wird aber nicht möglich sein, die Nährstoffe so im Aquarium herunterzufahren, dass Glasrosen verkümmern und absterben. Die anderen Niederen Tiere sterben garantiert eher ab.

Prophylaxe

Ist ein Aquarium glasrosenfrei - durch welche Umstände auch immer -, sollten neue sessilen Niedere Tiere, die fast immer auf kleinen Steinchen angewachsen sind, nicht direkt in das Aquarium gesetzt werden. Zur allgemeinen Prophylaxe gegen Glasrosen, aber auch gegen die ebenfalls sehr vermehrungsfreudigen Turbellarien, sollte jedes neue Tier für ca. 10-15 sec in Umkehrosmosewasser (25°C) getaucht werden. Die unerwünschten Gäste, die oft nicht zu sehen sind, sterben meist ab. Fast alle Stein-, Weich- und Lederkorallen vertragen die Prozedur gut.

Vermehrung von Korallentieren



AquaCare GmbH & Co. KG
Am Wiesenbusch 11 - D-45966 Gladbeck - Germany
☏ +49 - 20 43 - 37 57 58-0 • 🖷: +49 - 20 43 – 37 57 58-90
www.aquacare.de • e-mail: info@aquacare.de



Frisch befestigte Ableger in der Präparierschale, Bild: AquaCare

Benötigte Hilfsmittel

Um Weich- und Lederkorallen ungeschlechtlich zu vermehren benötigt man einige Hilfsmittel:

- scharfe Schere, Skalpell oder die Klinge eines Cutter-Messers
- Zahnstocher
- Gummibänder
- Präparierschale
- Riffgestein oder künstliche Aufwuchsflächen: gebrannter Ton, Keramik, etc.

Vermehrung von Weichkorallen

Wenn ein Tier aus der Gruppe der Weich- oder Lederkorallen geteilt oder vollständig abgeschnitten werden soll, ist immer darauf zu achten, dass das Tier in guter Verfassung ist. Kranke oder Tiere mit Schäden sollten grundsätzlich erst vollständig ausheilen, bevor sie vermehrt werden sollen. Stücke aus einem Tier zu schneiden ist ein immenser Eingriff, der nur überlebt werden kann, wenn das Tier bei optimalen Bedingungen gehalten wird. Um größere Gewebeschäden zu verhindern, sollten die Schneidwerkzeuge extrem scharf sein. Andernfalls fransen die Schnittkanten aus und bieten eine perfekte Oberfläche für unerwünschte Bakterien, die den Heilungsprozess behindern oder gar zum Absterben der Koralle führen.

Schneiden Sie das Tier an der gewünschten Stelle mit einem geraden Schnitt ab und übertagen es in die Präparierschale. Das Tier wird aufgrund der Schockreaktion schnell kleiner indem es Wasser aus seinem Körper pumpt. Stechen Sie 5-10 mm über dem Schnitt mit einem spitzen Zahnstocher durch die dickste Stelle des Tieres. Legen Sie das Tier inkl. Zahnstocher auf ein Stückchen Riffgestein oder Keramik und fixieren den Zahnstocher mit zwei Gummibändern an beiden Seiten auf dem Stein. Achten Sie darauf, dass die Spannung der Gummibänder nicht zu groß ist. Legen Sie den Stein mit dem Tier in das selbe Aquarium oder den gleichen Aquariumkreislauf an eine dem vorhergehenden Standort ähnlichen Stelle. Insbesondere die Beleuchtung sollte ähnlich sein. Die Strömung darf nicht zu stark sein, um den Anwachsvorgang nicht zu behindern. Erst wenn die Schnittfläche vollständig mit dem Stein verwachsen ist, darf die Strömung wieder erhöht werden.

Wenn Sie Lederkorallen vollständig abschneiden und der auf dem Stein übriggebliebene Stumpf erneut austreiben soll, schneiden Sie in die Schnittfläche mit einigen senkrechten Schnitten. Ansonsten kann es sehr lange dauern, bis aus dem Stumpf neue Polypen wachsen.

Sollen sehr große Tiere neu anwachsen, benutzen Sie mehrere Zahnstocher und stützen Sie das Tier z.B. mit einem Kunststoffrohr.

Wenn Schnittflächen beginnen zu faulen, dann sollten Sie sofort die sich zersetzenden Teile großzügig mit einem scharfen Messer oder Schere entfernen und die Befestigung erneuern.



Capnella spec. frisch befestigt



Das gleiche Tier 5 Wochen später

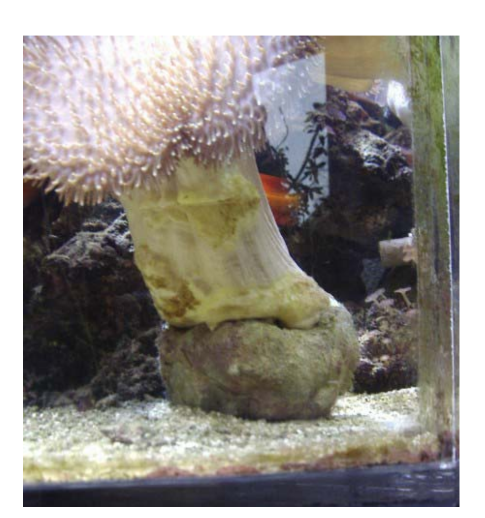


Sarcophyton spec. einige Tage nach der Befestigung



6 Wochen später ist das Tier vollständig angewachsen – der Zahnstocher hat sich der Basis hin heruntergezogen





Große Tiere auf kleinen Steinen können die erste Zeit mit einem transparenten Kunststoffrohr gestützt werden

Literaturverzeichnis
Bibliography



AquaCare GmbH & Co. KG
Am Wiesenbusch 11 - D-45966 Gladbeck - Germany
☏ +49 - 20 43 - 37 57 58-0 • 🖷: +49 - 20 43 – 37 57 58-90
www.aquacare.de • e-mail: info@aquacare.de

ADAMCZYK, K., PRÉMONT-SCHWARZ, M., PINES, D., PINES, E., NIBBERING, E.T.J. 2009: Real-time observation of carbonic acid formation in aqueous solution. Science 18 (326): 1690-1694.

ADEY, W.H. & LOVELAND, K. 1991: Dynamic Aquaria – Building living ecosystems. San Diego, New York, Boston, London, Sydney, Tokyo, Toronto: Academic Press.

AGGERGAARD S. & JENSEN F.B. 2001: Cardiovascular changes and physiological response during nitrite exposure in rainbow trout. Journal Fish Biology 59: 13-27.

ALLEN, A.E., LAROCH, J., MAHESWARI, U, LOMMER, M., SCHAUER, N., LOPEZ, P.J., FINAZZI, G., FERNIE, A.R., BOWLER, C. 2008: Whole-cell response of the pennate diatom *Phaeodactylum tricornutum* to iron starvation. PNAS 105 (30): 10438-10443.

ARCHER, M.D. 2004: Molecular to global photosynthesis. Imperial College Press.

ARILLO A., GAINO E., MARGIOCCO C., MENSI P., SCHENONE G. 1984: Biochemical and ultrastructural effect of nitrite in rainbow trout: Liver hypoxia as the root of the acute toxicity mechanism. Environmental Research 34: 135-154.

ATALAH, E., HERNANDEZ CRUZ, C.M., IZQUIERDO, M.S., ROSENLUND, G., CABALLERO, M.J., VALENCIA, A., ROBAINA, L. 2007: Two microalgae crypthecodinium cohnii and phaeodactylum tricornutum as alternative source of essential fatty acids in starter feeds for seabream (*Sparus aurata*). Aquacultur.

AVNIMELECH Y., WEBER B., HEPHER B., MILSTEIN A., ZORN M. 1986: Studies in circulated fish ponds: organic matter recycling and nitrogen transformation. Aquaculture and Fisheries Management 17: 231-242.

BARTLETT F. & NEUMANN D. 1998: Sensitivity of brown trout alevins (*Salmo trutta*, L.) to nitrite at different chloride concentrations. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 60: 340-346.

BROWN D.A. & MCLEAY D.J. 1975: Effect of nitrite on methaemoglobin and total haemoglobin of juvenile rainbow trout. Progressive Fish-Culturist 37: 36-43.

CAMERON J.N. 1971: Methaemoglobin in erythrocytes of rainbow trout. Comparative Biochemistry and Physiology 40: 743-749.

CARBALLO M., MUNOZ M.J., CUELLAR M., TARAZONA J.V. 1995: Effect of waterborne copper, cyanide, ammonia, and nitrite on stress parameters and changes in susceptibility to saprolegniosis in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Applied and Environmental Microbiology 61: 2108-2112.

CID, A., HERRERO, C., TORRES, E., ABALDE, J. 1995: Copper toxicity on the marine microalga *Phaeodactylum tricornutum*: effects on photosynthesis and related parameters. Aquatic Toxicology 31 (2): 165-174.

CIROS-PÉREZ, J., GÓMEZ, A., SERRA M. 2001: On the taxonomy of three sympatric sibling species of the *Brachionus plicatilis* (Rotifera) complex from Spain, with the description of *B. ibericus* n. sp.. Journal of Plankton Research 23 (12): 1311-1328.

DE FLORA S. & ARILLO A. 1983: Mutagenic and DNA damaging activity in muscle of trout exposed in vivo to nitrite. Cancer Letters 20: 147-155:

DOBLANDER C. & LACKNER R. 1996: Metabolism and detoxification of nitrite by trout hepatocytes. Biochimica et Biophysica Acta 1289: 270-274.

DOBLANDER C. & LACKNER R. 1997: Oxidation of nitrite to nitrate in isolated erythrocytes: a possible mechanism for adaptation to environmental nitrite. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 54: 157-161.

EDDY F.B., KUNZLIK P.A., BAHT R.N. 1983: Uptake and loss of nitrite from the blood of rainbow trout, *Salmo gairdneri* Rich., and Atlantic salmon *Salmo salar* L., in fresh water and diluted sea water. Journal of Fish Biology 23: 105-116.

EGLI, K., FANGER, U., ALVAREZ, P.J.J., SIEGRIST, H., MEER, VAN DER, J.R., ZEHNDER, A.J.B. 2001: Enrichment and characterization of an anammox bacterium from a rotating biological contactor treating ammonium-rich leachate. Archives of Microbiology 175 (3): 198-207.

EL-DAKAR, A.Y., SHALABY, S.M., HASSANEIN, G.D., GHONEIM, S.I. 2001: Us of rotifers Cultured on different microalgae species in larval feeding of sea brass Dicentrarchus labrax. Asian Fisheries Science 14: 43-52.

EMERSON, K., RUSSO, R.C., LUND, R.E. & THURSTON, R.V. 1975: Aqueous ammonia equilibrium calculations: Effect of pH and temperature. J. Fish. Res. Board. Can. 32: 2379-2383.

EPP, R.W., WINSTON, P.W. 1977: Osmotic regulation in the brackish-water rotifer Brachionus plicatilis (Muller). J. exp. Biol. 68: 151-156.

FONTENOT Q.C. & ISELY J.J. 1999: Characterization and inhibition of nitrite uptake shortnose sturgeon fingerlings. Journal of Aquatic Animal Health 11: 76-80.

GARCIA, M.C.C., SEVILLA, J.M.F., FERNANDEZ, F.G.A., CAMACHO, E.M.G., CAMACHO, R.G. 2000: Mixotrophic growth of *Phaeodactylum tricornutum* on glycerol: growth rate and fatty acid profile. Journal of Applied Phycology 12: 239–248.

GÓMEZ, A., SERRA, M., CARVALHO G.R., LUNT, D.H. 2002: Speciation in ancient cryptic species complexes: evidence from the molecular phylogeny of Brachionus plicatilis (Roifera). Evolution 56 (7) 1431-1444.

GRØTTUM J.A, STAURNES M., SIGHOLT T. 1997: Effect of oxygenation, aeration and pH control on

water quality and survival of turbot, *Scophthalmus maximus* (L.), kept at high densities during transport. Aquaculture Research 28 (2), 159–164.

Hofer R. & Gatumu E. 1994: Necrosis of trout retina (*Oncorhynchus mykiss*) after sublethal exposure of nitrite. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 26: 119-123.

Huey D.W., Simco B.A., Criswell D.W. 1980: Nitrite-induced methaemoglobin formation in channel catfish. Transactions of the American Fisheries Society 109: 558-562.

Jaubert, J. 1989: An integrated nitrifying-denitrifying biolgical system capable of purifying sea water in a closed circuit aquarium. In: Deuxième congrès International d'Aquariologie (1988); Monaco. Bull. Inst. Océanogr. Monaco. No. spécial 5: 101-106.

Jensen F.B. 2003: Nitrite disrupts multiple physiological functions in aquatic animals. Comparative Biochemistry and Physiology, Part A 135: 9-24.

Jensen F.B., Andersen N.A., Heisler N. 1987: Effect of nitrite exposure on blood respiratory properties, acid-base and electrolyte regulation in the carp (*Cyprinus carpio*). Journal of Comparative Physiology 157: 533-541.

Kamstra A., Span J.A., Van Weerd J.H. 1996: The acute toxicity and sublethal effects of nitrite on growth and feed utilisation of European eel *Anguilla anguilla* (L.). Aquaculture Research 27: 903-911.

Kiese M. 1974: Methaemoglobinaemia: A Comprehensive Treatise. CRC Press, Cleveland, OH.

Klingler, K. 1957: Aquatic Sciences - Research Across Boundaries 19 (2): 565-578.

Knösche R, Rümmler R. 1988: Offene und geschlossene Kreislaufanlagen. Teil 1, Lehrbrief 1, Humb. Univ. Berlin Kuhlmann, H. 1988. Gasblasenkrankheit der Fische. Fischer & Teichwirt 5: 130-134.

Knudsen P.K. & Jensen F.B. 1997: Recovery of nitrite-induced methaemoglobinaemia and potassium balance disturbance in carp. Fish Physiology and Biochemistry 16: 1-10.

Korea-Us Aquaculture: Utilization of rotifer *Brachionus* spp. as a live food organism for hatchery-based seed product. www.lib.noaa.gov/retiredsites/korea/ko-
rean_aquaculture/zooplanktonic.htm

Krause, I. 2009: Aquarienportrait: Ein Königreich für einen Fisch. Koralle 60, 10 (6): 54-56.

Kroupova H., Machova J., Svobodova Z. 2005: Nitrite influence on fish: a review. Vet. Met. – Czech 50: 461-471.

Kroupova H., Machova J., Svobodova Z., Piakcova V., Smutna M. 2005: The ability of recovery in common carp after nitrite poisoning. Veterinarni Medicina 51 (8): 423-441.

Krüger, T. & Böhm, A. 1998: Aufbau , Funktion und Effizienz eines *Turbo*-Kalkreaktors. Praktikumsbericht, AquaCare.

Landhäußer, D. 1990: Vergleich einiger gängiger Wasseraufbereitungssysteme. Diskus Brief 1: 17-30.

Langouet, M. 1998: La biodénitratation autotrophe sur soufre en aquarium marin. www.recif-france.com.

Li, W., Wang, X., Zhang, Y. 1993: Study on kinetics of glucose uptake by some species of plankton. Chin. J. Oceanol. Limnol. 11 (1): 8-15.

Lindemann, N.A. 2001: Anwendung mikropartikulärer Marker zur Untersuchung der Verdauungsphysiologie von *Brachionus plicatilis*. Dissertation, Universität Köln.

Maetz J. 1971: Fish gills: mechanism of salt transfer in fresh water and sea water. Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B Biological Science 262: 209-249.

Margiocco C., Arillo A., Mensi P., Shenone G. 1983: Nitrite bioaccumulation in *Salmo gairdneri* Rich. and haematological consequences. Aqua Toxicology 3: 261-270.

Mercier, L., Audet, C., Noue, J. de la, Parent, B., Parrish, C.C., Ross, N.W.: First feeding of winter flounder (*Pseudopleuronectes americanus*) larvae: use of *Brachionus plicatilis* acclimated at low temperature as live prey. www.cababstract.org.

Messer, J.J., Ho, J. & Grenney, W.J. 1984: Ionic strength correction for extent of ammonia ionization in freshwater. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41: 811-815.

Misra A.L., Mehrotra R.C., J.D. Tewari J.D. 1953: Notiz über ein neues Reagens zum Nachweis von Nitrit-Ion. Fresenius' Journal of Analytical Chemistry 139 (2): 89-92.

Okelsrud, A. 2004: Effects of ammonia toxicity on stream biota in north Queensland. Masters (Research) thesis, James Cook University.

Overath, H. & Rakers, M. 1993: Flotation von eiweißhaltigen Subtanzen aus Meerwasser. D. Aqu. U. Terr. Z. (DATZ) **1**: 40-42.

Paletta , M. 2001: Schlammfilteraquarium. Erfahrungen und technische Details. Die Koralle 9: 73-77.

Pana C.-H., Yew Y.-H., Hunter B. 2003. The resistance to ammonia stress of *Penaeus monodon* Fabricius juvenile fed diets supplemented with astaxanthin. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology Volume 297 (1): 107-118.

Pelzer, K. 1994: Proteinabschäumung mit dem Aquaflotor bei unterschiedlichen Verweilzeiten des Beckenwassers. Diplomarbeit Fachhochschule Aachen.

Perrone S.J. & Meade T.L. 1977: Protective effect of chloride on nitrite toxicity to coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). Journal of the Fisheries Research Board of Canada 34: 486-492.

Pfeiffer, T.J., Ludwig, G.M. 2007: Small-Scale System for the Mass Production of Rotifers Using Algal Paste. North American Journal of Aquaculture 69: 239-2.

Pinck, C. 2001: Immunologische Untersuchungen am Schlüsselenzymsystem der Ammoniakoxidanten. Dissertation, Universität Hamburg.

Pual, A.J. 1983: Light, temperature, nauplii concentrations, and prey capture by first feeding pollock larvae Theragra chalcogramma. Mar. Ecol. Prog. Ser. 13: 175-179.

Rakers, M. 1991: Eiweißabschäumung aus Meerwasser mit Hilfe einer Flotationssäule. Diplomarbeit Fachhochschule Aachen, Fachbereich: Kerntechnik und Biotechnik.

Ramsch, B. & Sellner, B.R. 1994: Künstliche Riffe am Beispiel

von Hawaii. D. Aqu. u. Terr. Z. (DATZ) **6:** 381 - 385.

RAMSCH, B. & SELLNER, B.R. 1995a: How Important is Activated Carbon Filtration with Reverse Osmosis? The International Discus Journal - DISKUS BRIEF **4**: 15-17.

RAMSCH, B. & SELLNER, B.R. 1995b: Wie wichtig ist der Aktivkohlefilter bei Umkehrosmoseanlagen? DISKUS BRIEF **4**: 134-138.

RAMSCH, B. & SELLNER, B.R. 1996: Der Kohlenstoffkreislauf. D. Aqu. u. Terr. Z. (DATZ) Teil 1: **6**: 398 - 401, Teil 2: **7**: 441 - 443.

RAMSCH, B. & SELLNER, B.R. 1997a: La technique de l'osmose inverse. Aquarama **6 (157)**: 34-39.

RAMSCH, B. & SELLNER, B.R. 1997b: Was ist Licht? D. Aqu. u. Terr. Z. (DATZ) Sonderheft Aquarienpraxis Süßwasser.

RAMSCH, B. & SELLNER, B.R. 1998: Wie funktionieren elektronische Meßgeräte? D. Aqu. u. Terr. Z. (DATZ), Praxis. Teil 1, **9**: 71-72. Teil 2, **10**: 74 - 75.

RAMSCH, B. & SELLNER, B.R. 2000a: Die Calciumversorgung im Meerwasseraquarium. Koralle **1** (4): 62-65.

RAMSCH, B. & SELLNER, B.R. 2000b: Karbonathärte in der Meerwasseraquaristik. Koralle **1** (3): 64-66.

RAMSCH, B. & SELLNER, B.R. 2000c: Umkehrosmosetechnik - wie funktioniert das? Koralle **1** (2): 60-63.

RAMSCH, B. & SELLNER, B.R. 2001: Calcium- und Karbonathärteversorgung in einem großen Hobby-Meerwasseraquarium. DAS AQUARIUM **1**: 39-43, **2**: 39-45.

RAMSCH, B. 1992: Was bewirkt Aktivkohle? D. Aqu. u. Terr. Z. (DATZ) **11**: 730-733.

RAMSCH, B. 1993: Möglichkeiten und Grenzen der Umkehrosmose in der Meerwasseraufbereitung. Begleitheft zum 2. Meerwassersymposium am 22.-24.10.1993 in Lünen.

RAMSCH, B. 1994: Wie kann der überflüssige Stickstoff aus dem Aquarium entfernt werden? Diskus-Rundbrief der Diskus-Züchtergemeinschaft **1:**19-26.

RAMSCH, B. 1994a: Wasser als Basis für den Fortpflanzungserfolg von Aquarienfischen. Vortragscript vom 27. Mai beim Symposium "Fortpflanzung tropischer Fische". Universität Düsseldorf, Aqua-Zoo Düsseldorf.

RAMSCH, B. 1994b: Wasseraufbereitung als Basis für die Pflege und Zucht von Aquarienfischen. D. Aqu. u. Terr. Z. (DATZ) **12:** 802 - 807.

RAMSCH, B. 1997: Der pH-Wert und seine Meßverfahren. DAS AQUARIUM Teil 1: Definition und Pufferkapazität **3**: 50-54. Teil 2: Chemische Bestimmung des pH-Wertes mit Indikatoren. **4**: 50.
Teil 3: Potentiometrische Bestimmung des pH-Wertes mit pH-sensitiven Meßketten. **5**: 50-52.
Teil 4: Besondere Meßsituationen - eine Frage der Meßketten und des Meßsystems. **6**: 51-54. Teil 5: Wartung von Meßketten.**7**: 26-28 .Teil 6: Qualitätskriterien für pH-Meßketten und -Meßgeräte. **8**: 52-53.

RAMSCH, B. 1998/99: Die elektrische Leitfähigkeitsmessung - Prinzip und praktischer Einsatz. DAS AQUARIUM Teil 1 Leitfähigkeit und Meßprinzipien, **11**: 52 - 56. Teil 2 Die Leitfähigkeit als Meßgröße für die Konzentration von Stoffen, die Referenztemperatur und die Leitfähigkeit als Maß für Stoffwechselprozesse, **12**: 58 - 60. Teil 3 Die Leitfähigkeit als Maß für den Salzgehalt im Meerwasser-Aquarium und als Prüfgröße für die Qualität einer Entsalzungs- oder Umkehrosmoseanlage, **1**: 54 - 57.

RAMSCH, B. 1998: Wasseraufbereitung - Beeinflussung der Zusammensetzung des Wassers. D. Aqu. u. Terr. Z. (DATZ), Praxis **11**: 84-85.

RAMSCH, B., BIEN, U. & GROENEWEG, J. 1992: Im Test: Produkte zur biologischen Senkung der Ammonium- und Nitritkonzentrationen auf biologischem Wege. D. Aqu. u. Terr. Z. (DATZ) 5: 324-327.

REITAN, K.I., RAINUZZO, J.R., OSLEN, Y. 1994: Influence of lipid composition of live feed on growth, survival and pigmentation of turbot larvae. Aquaculture Int. 2: 33-48.

ROBERT V. T., ROSEMARIE C. R., & GLENN R. P. 1983: Acute Toxicity of Ammonia to Fathead Minnows. Transactions of the American Fisheries Society 112:705–711

RODRIGUEZ, C., PÉREZ, J.A., DIAZ, M., IZQUIERDO, M.S., FERNÁNDEZ-PALACIOS, H., LORENZO, A. 1997: Influence of the EPA/DHA ratio in rotifers on gilthead seabream (Sparus aurata) larval development. Aquaculture 150: 77-89.

RUSSO R.C., SMITH C.E., THURSTON R.V. 1974: Acute toxicity of nitrite to rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Journal of the Fisheries Research Board of Canada 31: 1653-1655.

SANCHEZ, M.A., CERON, G.M.C., CONTRERAS, G.A., GARCIA, C.F., MOLINA, G.E., CHISTI, Y. 2003: Shear stress tolerance and biochemical characterization of Phaeodactylum tricornutum in quasi steady-statecontinuous culture in outdoor photobioreactors. Biochemical engineering journal 16: 287-297.

SCHMID, M., WALSH, K., WEBB, R., RIJPSTRAD, W.I., PAS-SCHOONEN, VAN DE, K., VERBRUGGEN, M.J., HILL, T., MOFFETT, B., FUERST, J., SCHOUTEN, S, SINNINGHE DAMSTÉ, J.S., HARRIS, J., SHAW, P., JETTEN, M. AND STROUS, M. 2003: Candidatus "*Scalindua brodae*", sp. nov., Candidatus "*Scalindua wagneri*", sp. nov., Two New Species of Anaerobic Ammonium Oxidizing Bacteria. Systematic and Applied Microbiology 26 (4): 529-538.

SCHOUTEN, S., STROUS, M., KUYPERS, M. M. M, RIJPSTRA, W. I. C., BAAS, M., SCHUBERT, C. J.,4 JETTEN, M. S. M., AND SINNINGHE DAMSTÉ, J. S. 2004: Stable Carbon Isotopic Fractionations Associated with Inorganic Carbon Fixation by Anaerobic Ammonium-Oxidizing Bacteria. Applied and Environmental Microbiology, 70, (6): 3785-3788.

SCHRECKENBACH, K, SPANGENBERG, R. & KRUG, S. 1975: Die Ursache der Kiemennekrose. Z. Binnenfischerei DDR 22(9): 257-288.

SCHRECKENBACH, K. 2002: Einfluss von Umwelt und Ernährung bei der Aufzucht und beim Besatz von Fischen. Onlineartikel vom Institut für Binnenfischerei e.V., Potsdam-Sacrow. www.lfvb.org/downloads/Umwelt2.pdf, Stand 01.2002.

SELLNER, B.R, RAMSCH, B. 2008: Stickstofftrilogie: Ammoniak – ein starkes Fischgift. Koralle 54, 9 (6): 58-64.

SELLNER, B.R, RAMSCH, B. 2009a: Stickstofftrilogie:

SELLNER, B.R, RAMSCH, B. 2009b: Stickstofftrilogie:

SELLNER, B.R. & RAMSCH, B. 1996a: Die pH-Wert-Messung in ionenarmen Wässern (Weichwasser /

Zuchtwasser). DISKUS BRIEF **3**: 86 - 89, **4**: 132 - 134.

Sellner, B.R. & Ramsch, B. 1996b: Measurement of pH in Soft Water. The International Discus Journal - DISKUS BRIEF **3**: 12 - 16, **4**: 23 - 25.

Sellner, B.R. & Ramsch, B. 1996c: Umkehrosmoseanlagen - Wie wichtig ist die Wartung? Das Aquarium **1** (319): 40-48.

Sellner, B.R. & Ramsch, B. 1996d: Wie gut sind Umkehrosmoseanlagen mit niedrigem Abwasser-Reinwasser-Verhältnis. Meernachrichten - MarinLife **2** (21): 12 - 24.

Sellner, B.R. & Ramsch, B. 1997: La misurazione del pH in acque a basso contenuto ionico (acqua tenera / acqua per la riproduzione). DISKUS Notiziario **1**: 11 - 18.

Sellner, B.R. & Ramsch, B. 1998: Wasseraufbereitung mittels Umkehrosmosetechnik - eine Alternative zur Erzeugung reinen Wassers für die Pflege und Zucht tropischer Pflanzen. Die Orchidee **49** (2): 67-71.

Sellner, B.R. & Ramsch, B. 1999: Abschäumtechnik. D. Aqu. u. Terr. Z. (DATZ), Praxis **6**: 2-3.

Sellner, B.R. & Ramsch, B. 2000a: Aktivkohle für die Aquaristik. Koralle **1** (1): 66-71

Sellner, B.R. & Ramsch, B. 2000b: Der Einfluss der Karbonathärte auf Schmieralgenwachstum. D. Aqu. u. Terr. Z. (DATZ) **12**: 36-37.

Sellner, B.R. & Ramsch, B. 2004: Algues visqueuses rouges: danger en cas de dureté carbonatée faible? Recif France.

Sellner, B.R. 1996: Ein kleiner Blick in die Welt der Bakterien - Strukturelemente des Lebens. D. Aqu. u. Terr. Z. (DATZ) Teil 1: **8**: 531 - 534. Teil 2: **9**: 596 - 598.

Sellner, B.R. 1997/98: Nitrifikation im Aquarium. D. Aqu. u. Terr. Z. (DATZ). Teil 1 **11:** 742-744. Teil 2 **12:** 802-806. Teil 3 **2:** 120-121.

Sellner, B.R. 2007: Varying one parameter: are you sure? Effects of substrate, pH and temperature on the nitrogen-oxidizing activity in nitrifying bacteria *Nitrosomonas europaea*. Report on EMMM 2007 Fifth International Congress.

Shimek, R.L. 2001: Dearest Mudder…The Importance of Deep Sand. Aquarium Fish Magazine.

Sprung, J. 2001a: Das Jaubert-System. Grundlagen, Wahrheiten und Irrtümer. Die Koralle 10: 68-73.

Sprung, J. 2001b: Einrichten eines Jaubert-Aquariums. Die Koralle 11: 68-72.

Sprung, J. 2002b: Wartung eines Jaubert-Aquariums. Die Korallen 13: 78-81.

Stelzer, C.P., Snell, T.W. 2003: Induction of sexual reproduction in *Brachionus plicatilis* (Monogonata, Rotifera) by a density-dependent chemical cue. Limnol. Oceanogr. 48 (2): 939-943.

Storch, V. & Welsch, U. 2009: Kükenthal – Zoologisches Praktikum. 26. Auflage. Heidelberg: Springer.

Strous, M., Pelletier, E., Mangenot, S., Rattei, T., Lehner, A., Taylor, M.W., Horn, M., Daims, H., Bartol-Marvel, D., Wincker, P., Barbe, V., Fonknechten, N., Vallenet, D., Segurens, B., Schenowitz-Truong, C., Médigue, C., Collingro, A., Senl, B., Dutilh, B.E., Op den Camp, H.J.M., van der Drift, C., Cirpus, I., van de Pas-Schoonen, K.T., Harhangi, H.R., van Niftrik, L., Schmid, M., Keltjens, J., van de Vossenberg, J., Kartal, B., Meier, H., Frishman, D., Huynen, A.H., Mewes, H.-W., Weissenbach, J., Jetten, M.S.M., Wagner, M., Le Paslier, D. 2006: Deciphering the evolution and metabolism of an a-nammox bacterium from a community genome. Nature 440: 790-794.

Svobodova Z., Machova J., Drastichova J., Groch L., Luskova V., Poleszczuk G., Velisek J., Kroupova H. 2005: Haematological and biochemical profile of carp blood following nitrite exposure at different concentrations of chloride. Aquaculture Research 36: 1177-1184.

Tanaka, Y. 2007: Nitrogen Budget for the Rotifer Brachionus plicatilis. Journal of the World Aquaculture Society 22 (1): 57-64.

Tardent, P. 1993: Meeresbiologie: eine Einführung. 2. Aufl., Stuttgart, New York: Thieme.

Theilacker, G.H., McMaster, M.F. 1971: Mass culture of the rotifer *Brachionus plicatilis* and its evaluation as a food for larval anchovies. Int. J. Life in Oceans and Coastal Waters 10 (2): 183-188.

Truesdell, A.H. & Jones, B.F. 1974: Wateq: a computer program for calculating chemical equilibria of natural waters. J. Res. U. S. Geol. Surv. 2 (2): 233-248.

Van der Wal, E.J., Nell, J. A. 1986: Effect of Food Concentration on the Survival and Growth of Australian Bass (*Macquaria novemaculeata*) Larvae. The Progressive Fish-Culturist 48: 2020-204.

Villegas, C.T., Millamena, O., Escritor, F. 2008: Food value of *Brachionus plicatilis* fed three selected algal species as live food for milkfish, *Chanos chanos* Forsskal, fry production. Aquaculture Research 21 (2): 213-220.

Weast, R.C. 1985 (editor): CRC Handbook of chemistry and physiscs. Boca Raton: CRC.

YongmanitchaL, W & Warda, O.P. 1992a: Separation of lipid classes from *Phaeodactylum tricornutum* using silica cartridges. Phytochemistry 31 (10): 3405-3408.

YongmanitchaL, W & Warda, O.P. 1992b: Growth and eicosapentaenoic acid production by *Phaeodactylum tricornutum* in batch and continuous culture systems. Journal of the American Oil Chemists' Society 69 (6): 584-590.

Zwi Cohen 1999: Chemicals from Microalgae. CrC Press Inc.

Lohr, M. 2000: Beziehungen zwischen den Xanthophyllzyklen und der Biosynthese von Lichtsammelxanthophyllen in Chlrorphyll a/c-haltingen Algen. Dissertation Johannes Gutenberg-Universität.

Chakraborty R.D., Chakraborty K., Radhakrishnan, V. 2007: Variation in fatty acid composition of *Artemia salina* nauplii enriched with microalgae and baker's yeast for use in larviculture. J. Agric. Food Chem. 55 (10): 4043-4051.

Redfield, A.C., Ketchum, B.H., Richards, F.A. 1963: The influence of organisms on the composition of seawater. The Sea 2: 26-77.

Schneider, K., Müller, A. 1999: Die biologische Stickstofffixierung: dem Geheimnis eines lebensnotwendigen Prozesses auf der Spur. Froschung and er Universität Bielefeld 20/1999.

Brockmann, D. 2004 (Hrsg): Nachzuchten für das Korallenriff-Aquarium. Bornheim: Birgit Schmettmann: 247 Seiten.

MAI, W. 2004a: Voraussetzung und Hilfsmittel zur Nachzucht von Korallenfischen. In: BROCKMANN 2004.

KURZ, D. 2004: Der Aldabra-Zwergbarsch, *Pseudochromis aldabraensis*. Paarzusammenstellung, Eiablage und Aufzucht. In: BROCKMANN 2004.

MAI, W. 2004b: *Gramma Loreto*. Nestbauer und Dauerlaicher. In: BROCKMANN 2004.

SELLNER, B.R., RAMSCH, B. 2008: Stickstofftrilogie: Ammoniak - ein starkes Fischgift. Koralle 54, 9 (6): 58-64.

SELLNER, B.R., RAMSCH, B. 2009a: Stickstofftrilogie: Stickstofftrilogie: Nitrit – ein giftiges Zwischenprodukt. Koralle 55, 10 (1): 64-68.

SELLNER, B.R., RAMSCH, B. 2009b: Stickstofftrilogie: Stickstofftrilogie: Nitrat-entfernung – eine Übersicht. Koralle 56, 10 (2): 60-66.

RINGØ, E., OSEN, R.E., GIFSTAD, T.Ø., DALMO, R.A., AMLUND, H., HEMRE, G.-I., BAKKE, A.M. 2010: Prebiotics in aquaculture: a review. Aquaculture Nutrition **16**: 117-136.

MOOR, DE, I.J. 1984: Toxic concentration of free ammonia to *Brachionus calyciflorus* Pallas, a rotifer pest species found in high rate algal ponds (HRAP's). Journal of the Limnological Society of Southern Africa 10 (2).